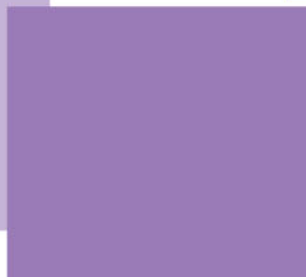
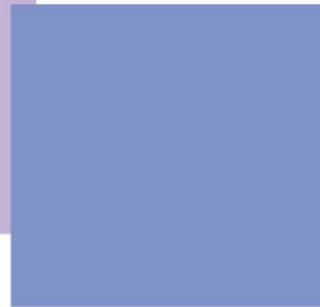
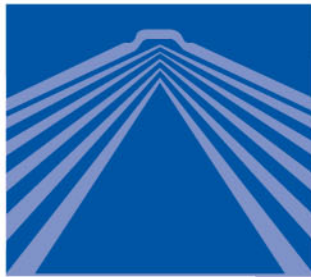




Gestión de la logística en la empresa

Planificación de la cadena de suministros

Juan Velasco Sánchez



PIRÁMIDE

Gestión de la logística en la empresa

Planificación de la cadena de suministros

JUAN VELASCO SÁNCHEZ

ASESOR EN ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS.
EXCATEDRÁTICO DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL EN LA ESCUELA
DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE BARCELONA (UPC)

Gestión de la logística en la empresa

Planificación de la cadena de suministros

EDICIONES PIRÁMIDE

COLECCIÓN «ECONOMÍA Y EMPRESA»

Director:

Miguel Santesmases Mestre

Catedrático de la Universidad de Alcalá

Edición en versión digital

Está prohibida la reproducción total o parcial de este libro electrónico, su transmisión, su descarga, su descompilación, su tratamiento informático, su almacenamiento o introducción en cualquier sistema de repositorio y recuperación, en cualquier forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, conocido o por inventar, sin el permiso expreso escrito de los titulares del copyright.

© Juan Velasco Sánchez, 2013

© Primera edición electrónica publicada por Ediciones Pirámide (Grupo Anaya, S. A.), 2013

Para cualquier información pueden dirigirse a piramide_legal@anaya.es

Juan Ignacio Luca de Tena, 15. 28027 Madrid

Teléfono: 91 393 89 89

www.edicionespiramide.es

ISBN digital: 978-84-368-2957-0

*Dedicado a mi esposa, Mireia, así como a nuestros hijos
David, Daniel y Carles.*

Agradecimientos

Quiero agradecer la contribución de mis alumnos del último curso de carrera de Ingeniería de la EUETIB (UPC) de las asignaturas: Organización Industrial; Diseño del sistema productivo y mejora de los métodos y de los tiempos; Planificación, programación y control de la producción, y especialmente a los que cursaron Logística Industrial.

Índice

Prólogo.....	17
1. Introducción a la planificación de la cadena de suministro (<i>supply chain management</i>)	19
1.1. Definición de logística	19
1.2. La logística y la cadena de suministro	20
1.3. Actividades de la logística	22
1.4. Evolución de la logística hacia la cadena de suministro	24
1.5. La relación de las actividades de la logística con las de marketing y producción/operaciones	25
1.6. Objetivos de la logística de los negocios y de la cadena de suministros	26
1.7. Clasificación de los materiales por sus características logísticas	27
1.8. Costes de la cadena de suministro	28
1.9. Rendimiento de la inversión en el sistema logístico	28
Resumen	30
Cuestiones	31
Respuestas a las cuestiones.....	31
2. Transporte interno (manutención)	33
2.1. Definición y objetivos.....	33
2.2. Mejora de la manutención.....	33
2.3. Elección y clasificación de los medios empleados para la manutención ...	34
2.4. Criterios para la elección de una solución	46
Resumen	48
Cuestiones	49
Respuestas a las cuestiones.....	49

3. Almacenes	51
3.1. Introducción	51
3.2. Métodos de localización de un almacén central de distribución	52
3.2.1. Método del centro de gravedad	52
3.2.2. Método numérico analítico	54
3.3. Aspectos a tener en cuenta en la implantación de un almacén de distribución	55
3.4. Diferentes áreas de trabajo en un almacén	57
3.5. Elección del sistema de almacenaje	57
3.6. Métodos de almacenaje basados en la optimización de la superficie utilizada	58
3.6.1. Almacenamiento en bloque compacto	58
3.6.2. Almacenamiento en bloque sobre estanterías	59
3.6.3. Almacenamiento en bloque mediante estanterías móviles	61
3.6.4. Almacenamiento con pasillos, utilizando carretillas elevadoras contrapesadas	62
3.6.5. Almacenamiento con pasillos, utilizando carretillas de horquillas retráctiles	63
3.6.6. Almacenamiento con pasillos, utilizando apiladores	63
3.6.5. Almacenamiento con pasillos, utilizando carretillas de trilaterales	63
3.6.8. Almacenamiento con pasillos, utilizando transelevadores	64
3.6.9. Almacenaje automatizado	64
3.7. Organización del almacén	64
3.7.1. Características de los productos almacenados	65
3.7.2. Sistema de ubicación	66
3.7.3. Frecuencia de salidas	67
3.7.4. Rotación	68
3.8. Preparación de pedidos	69
3.9. Integración informática	70
3.10. Inventario automático de almacenes (<i>automated warehouse inventory</i>)	70
3.11. Costes de almacenamiento	71
3.11.1. Costes de infraestructura	71
3.11.2. Costes de gestión	72
3.11.3. Costes de operación	72
3.12. Ratio de aprovechamiento de un almacén	73
3.13. Centros de consolidación (CDC)	74
3.13.1. Retiradas del centro de consolidación	74
3.13.2. Tipos de gestión de un CDC	74
3.13.3. Áreas de consolidación	75
Resumen	76
Cuestiones	80
Respuestas a las cuestiones	81

4. Control y gestión de stocks	85
4.1. Introducción	85
4.2. Tipos de costes de los stocks	86
4.3. Gráfica de variación de las existencias	86
4.4. Stock de seguridad y punto de pedido	87
4.5. Determinación del lote económico	89
4.6. Diagrama ABC	90
4.7. Técnicas de gestión empleadas	91
4.7.1. Aprovisionamiento en fechas fijas	92
4.7.2. Caja de reserva	93
4.8. Ejemplo de determinación del stock de seguridad	93
Resumen	97
Cuestiones	99
Respuestas a las cuestiones	100
5. Transporte externo	103
5.1. Introducción	103
5.2. Medios de transporte	103
5.3. Costes del transporte	105
5.4. Métodos para la asignación de la fuente de suministro	106
5.4.1. Método de coste mínimo	107
5.4.2. Método de la esquina noroeste	109
5.4.3. Método de evaluación gradual (estriberones, <i>stepping-stones</i> , paso de piedra)	109
5.4.4. Método aproximado de Voguel (VAM)	112
5.4.5. Método de la distribución modificada (MODI)	115
5.4.6. Caso en que la demanda y los recursos fueran desiguales	120
5.5. Método Clarke y Wright para la determinación de las rutas más económicas	121
5.6. Operador logístico	125
5.7. Plataforma logística	125
Resumen	126
Cuestiones	128
Otras cuestiones	128
Respuestas a las cuestiones	130
6. Planificación de la cadena de suministro (<i>supply chain management</i>)	141
6.1. Los modelos de innovación logística	141
6.1.1. Modelo de estrategias logísticas basadas en el ciclo de vida del producto	142
6.1.2. Modelo para determinar la mejor cadena de suministro para un producto en función de su grado de predictibilidad	142
6.1.3. Relación entre los modelos	143
6.1.4. Modelo ágil versus modelo <i>lean</i>	144

6.2.	El déficit del tiempo de espera (<i>lead time gap</i>)	145
6.3.	Reducción del <i>lead time</i> logístico.....	146
6.4.	El punto de penetración del pedido.....	148
6.5.	Métodos que permiten desplazar el punto de penetración del pedido hacia arriba	150
6.6.	Logística de entrada y de salida	152
6.7.	Conclusiones de planificación de la cadena de suministro	153
6.8.	Creatividad logística	155
	Resumen.....	157
	Cuestiones	160
	Respuestas a las cuestiones.....	160
7.	Técnicas para la gestión de la cadena de suministro	163
7.1.	Conceptos	163
7.1.1.	Efecto <i>bullwhip</i>	163
7.1.2.	El <i>pooling</i> de palés y contenedores.....	164
7.1.3.	<i>Cross docking</i>	165
7.2.	Identificadores.....	166
7.2.1.	SKU	166
7.2.2.	Código de barras lineal y bidimensional.....	167
7.2.3.	Código QR	169
7.2.4.	RFID.....	171
	6.2.4.1. Tipos de tags RFID	173
	6.2.4.2. Aplicaciones	174
7.3.	Software.....	176
7.3.1.	SRM: la gestión de las relaciones con los proveedores.....	176
7.3.2.	CRM: la administración basada en la relación con los clientes.....	176
7.3.3.	DRP: planificación de los recursos de distribución	177
7.3.4.	CPFR: planeamiento participativo, pronóstico y reabastecimiento	177
7.3.5.	ECR: respuesta eficiente al consumidor	178
7.3.6.	<i>E-procurement</i> : procuración electrónica	179
7.3.7.	Reingeniería de la cadena de suministros	180
7.3.8.	<i>Middleware</i>	181
7.3.9.	EDI: intercambio electrónico de datos	182
7.3.10.	VoIP: voz sobre IP	183
7.3.11.	Office Open XML	184
7.3.12.	BPM: gestión de procesos de negocio (software de visibilidad).....	184
7.3.13.	ERP: planificación de recursos empresariales	185
7.3.14.	XPPS (INFORXpert): planificación y control de la producción	186
7.3.15.	SGA: sistema de gestión de almacenes.....	186
7.3.16.	APS: sistemas avanzados de planificación.....	187

7.3.17. <i>Track and trace</i> : seguimiento y rastreo de envíos	187
7.3.18. Sistema de <i>picking</i> por voz	188
6.3.19. OPM: <i>picking</i> automático	188
Resumen	190
Cuestiones	193
Respuestas a las cuestiones.....	194
 Apéndice: Programas informáticos para la planificación de los recursos empresariales (ERP)	 197
Bibliografía	203

Prólogo

Para que las empresas tengan éxito, no solo deben fabricar productos a un coste competitivo y cuya calidad en sí misma satisfaga a los clientes finales, sino que también deben ser capaces de suministrarlos cuando se necesitan, pero no hasta el punto de crear stocks en muchas ocasiones excesivos en muchos de ellos mientras que las existencias de otros quedan a cero. Lo ideal sería trabajar prácticamente sin stocks, pero teniendo una rapidez de respuesta que satisfaga la demora que puede aceptar el cliente. Un buen sistema de planificación de la cadena de suministros puede llegar a conseguir dicho objetivo. Esto se da en todo tipo de empresas, tanto las industriales como las de servicio, y en sectores como el del electrodoméstico o el automóvil, y su industria auxiliar, o los del gran consumo: el de la alimentación o la moda, etc.

El presente libro intenta ayudar a resolver esta problemática, exponiendo de forma clara la teoría y la práctica correspondiente; al final de los diferentes capítulos hay un resumen y se plantean preguntas y problemas que más adelante se encuentran resueltos, permitiendo una autoevaluación.

El libro se ha estructurado en siete capítulos:

- El capítulo primero es introductorio, ya que nos da una visión general de la planificación de la cadena de suministro (*supply chain management*) y la evolución a ella desde la logística; se da a conocer cómo se clasifican los materiales por sus características logísticas, los costes de la cadena de suministro y finalmente cómo se mide el rendimiento de la inversión en el sistema logístico.
- El capítulo segundo trata del transporte interno (manutención), da a conocer cómo se clasifican los medios empleados y se describe cada uno de ellos acompañado de una figura. Finalmente se indica cuáles son los criterios para la elección de una adecuada solución.
- El capítulo tercero se dedica a los almacenes; mediante ejemplos, se explican métodos para determinar la localización más adecuada de un almacén central de distribución, las diferentes áreas de trabajo que comprende y la elección del sistema de almacenaje. A continuación se describen los diferentes métodos

de almacenaje basados en la optimización de la superficie utilizada. Seguidamente se trata de cómo organizar un almacén en función de las características de los productos almacenados, la frecuencia de salidas y la rotación; se explican los métodos de preparación de pedidos y la integración informática de la información; se explica cómo calcular los costes de almacenamiento y las ratios de aprovechamiento de un almacén; finalmente se describe qué es un centro de consolidación y su funcionamiento.

- El capítulo cuarto trata del control y gestión de los stocks cuando la demanda es independiente, dando a conocer los distintos conceptos de stock de seguridad, punto de pedido, diagrama ABC y otras técnicas de gestión. Al final del capítulo se presenta un ejemplo de determinación del stock de seguridad.
- El capítulo quinto trata del transporte externo; se describen los medios empleados, los costes y, mediante un ejemplo, los métodos que se utilizan para la asignación más económica de la fuente de suministro. Para ello se aplican, entre otros, los métodos de evaluación gradual (estriberones, *stepping-stones*, paso de piedra), el método aproximado de Vogel (VAM) y el de la distribución modificada (MODI). Con un ejemplo se explica cómo determinar las rutas más económicas mediante el método de Clark y Wright; finalmente se describe qué son un operador logístico y una plataforma logística.
- El capítulo sexto está dedicado a la planificación de la cadena de suministro (*supply chain management*), se describen los modelos de innovación logística, la relación entre ellos, el modelo «ágil» versus el modelo *lean*, el concepto de déficit del tiempo de espera (*lead time gap*) y cómo reducir el *lead time* logístico. Se da a conocer qué se entiende por punto de penetración del pedido y se explican métodos que permiten desplazarlo hacia arriba; se explica también cómo funciona la logística de entrada y la de salida. Finalmente se dan a conocer las conclusiones de la planificación de la cadena de suministro y los mayores avances en creatividad logística.
- El capítulo séptimo describe las técnicas para la gestión de la cadena de suministro y se exponen diferentes conceptos, los identificadores, técnicas y software utilizados.

1

Introducción a la planificación de la cadena de suministro (*supply chain management*)

Después de leer este capítulo, usted deberá poder:

- Definir el concepto de logística.
- Nombrar cuáles son los puntos de inicio y final de la logística.
- Definir el significado de SCM.
- Enumerar las interacciones en la cadena de suministro.
- Enumerar las actividades interrelacionadas entre producción y logística.
- Enumerar las actividades interrelacionadas entre la logística y el marketing.
- Enumerar las actividades de un sistema típico de logística.
- Describir en qué consiste el canal inverso de la logística.
- Describir cuál es el objetivo de la logística.
- Describir qué se debe intentar reducir para minimizar los costes de la logística.
- Describir cuáles son las características logísticas por las que podemos clasificar los materiales.
- Calcular el rendimiento de la inversión logística.

1.1. DEFINICIÓN DE LOGÍSTICA

Los inicios de la logística fueron en el campo militar, lo que explica la siguiente definición:

Rama de la ciencia militar relacionada con procurar, mantener y transportar material, personal e instalaciones.

Una mejor *definición* es la promulgada por el *Consejo de Dirección Logística* (CLM), organización profesional de gerentes de logística, docentes y profesionales que se formó en 1962 con el propósito de continuar la educación y fomentar el intercambio de ideas:

«La logística es la *parte del proceso de la cadena de suministros* que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de **bienes y servicios**, así como de la **información** relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes.»

Los flujos del producto tienen que ser manejados desde el punto donde se encuentran como materias primas hasta el punto donde finalmente son reciclados.

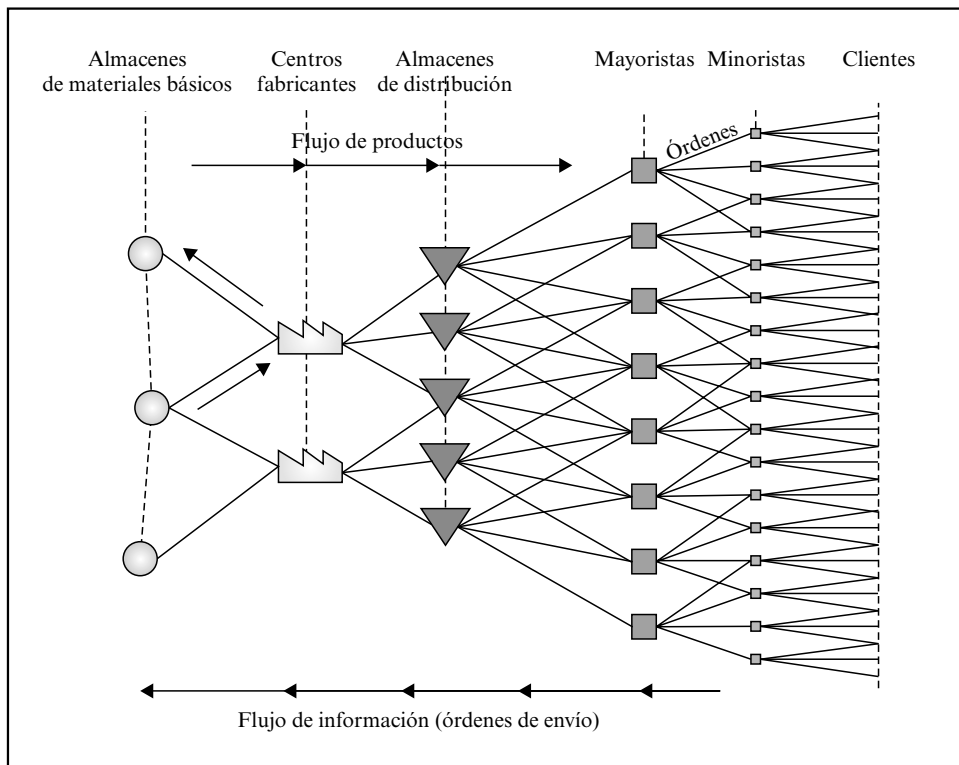


Figura 1.1. Flujos del sistema de productos y de la información.

1.2. LA LOGÍSTICA Y LA CADENA DE SUMINISTRO

La *administración de la cadena de suministros* (*supply chain management, SCM*) es un término que ha surgido en los últimos años y que incluso va más allá de la *logística integrada*.

El manejo de la cadena de suministros enfatiza las **interacciones** que tienen lugar entre las funciones de **marketing, logística y producción en una empresa** y las **interacciones** que se llevan a cabo **entre empresas** independientes legalmente **dentro del canal de flujo del producto**.

Las oportunidades para **mejorar el coste o el servicio al cliente** se alcanzan mediante la *coordinación y la colaboración* entre los miembros de los canales de flujo, *algunas de cuyas actividades esenciales de la cadena de suministros tal vez no estén bajo control directo del gerente de logística* sino incluso más allá de su propia *logística interna*.

Hoy en día las empresas están logrando éxito al compartir información con sus proveedores, los cuales, a cambio, están de acuerdo en mantener y administrar los inventarios en las estanterías de los minoristas. Los inventarios de los canales de flujo son menores, así como los fallos en la disposición de productos por parte del cliente.

La cadena de suministros (SC) abarca todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes, desde la etapa de materia prima (extracción) hasta el usuario final, así como los flujos de información relacionados.

Los materiales y la información fluyen en sentido ascendente y descendente en la cadena de suministros.

La **administración de la cadena de suministros (SCM)** es la integración de estas actividades mediante mejoramiento de sus relaciones para alcanzar una ventaja competitiva sostenible.

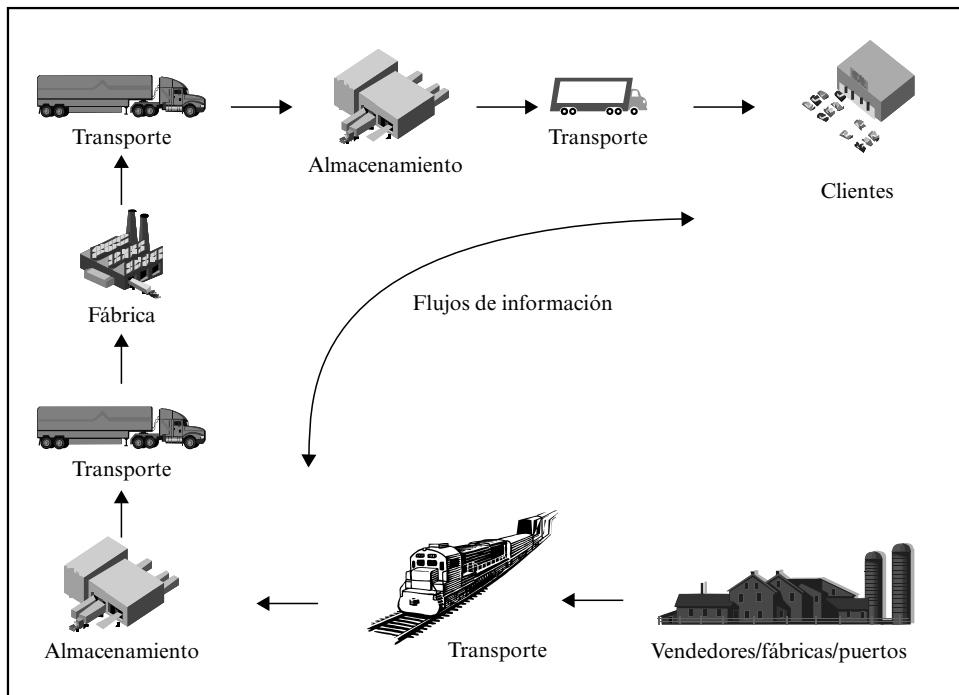


Figura 1.2. Cadena de suministro inmediata para una empresa individual.

1.3. ACTIVIDADES DE LA LOGÍSTICA

Las actividades que conforman la logística de los negocios (proceso de la cadena de suministros) varían de una empresa a otra, dependiendo de la estructura organizacional de cada una.

Las actividades de un sistema típico de logística son:

Servicios al cliente, pronóstico de la demanda, comunicaciones de distribución, control de inventarios, manejo de materiales, procesamiento de pedidos, selección de la ubicación de fábricas y almacenamiento (análisis de localización), compras, embalaje, manejo de bienes devueltos, eliminación de desperdicios, tráfico, transporte y almacenamiento.

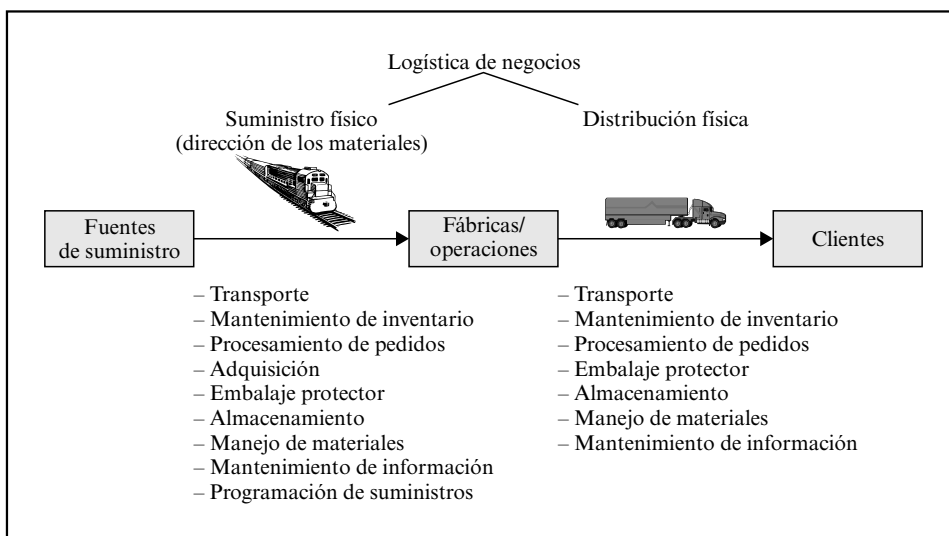


Figura 1.3. Actividades de la logística en la cadena de suministros inmediata de una empresa.

Se organizan estas actividades dependiendo del punto donde puedan tener lugar en el canal de suministros.

La lista está ampliamente dividida en actividades *clave* y actividades de *apoyo*, junto con algunas de las decisiones asociadas con cada una.

Actividades clave

1. Fijación de los estándares de servicio al cliente:
 - a) Determinar los requerimientos del cliente en cuanto a la logística de servicio.

- b) Fijar los niveles de servicio al cliente.
 - c) Medir la respuesta del cliente al servicio.
- 2. Manejo de inventarios:
 - a) Gestión de stocks de materias primas y productos acabados.
 - b) Estimación de ventas a corto plazo.
 - c) Número, tamaño y localización de los puntos de almacenamiento.
- 3. Transporte:
 - a) Selección del modo y servicio de transporte.
 - b) Programación de rutas de los vehículos.
 - c) Tratamiento de quejas.
 - d) Auditorías de tarifas.
- 4. Flujos de información:
 - a) Métodos de transmisión de información de pedidos y su relación con los stocks.

Actividades de apoyo

- 1. Compras:
 - a) Selección de la fuente de suministros.
 - b) Cantidades a comprar y cuándo.
- 2. Embalaje de protección:
 - a) Diseñado para proteger el producto durante su manejo y almacenamiento.
- 3. Cooperación con producción y operaciones para:
 - a) Programación de suministros para producción.
- 4. Manejo de materiales:
 - a) Selección del equipo.
 - b) Políticas de renovación de equipos.
 - c) Procedimientos de tramitación de pedidos.
- 5. Almacenamiento:
 - a) Determinación de las superficies necesarias.
 - b) Configuración del almacén.
 - c) Distribución de las existencias.

6. Información:

- a) Recopilación, almacenamiento y manipulación de la información.
- b) Análisis de datos.

1.4. EVOLUCIÓN DE LA LOGÍSTICA HACIA LA CADENA DE SUMINISTRO

En la figura 1.4 se muestran las distintas actividades que integran la logística y que, con la adición de otras, evolucionaron a lo que hoy es la administración de la cadena de suministros.

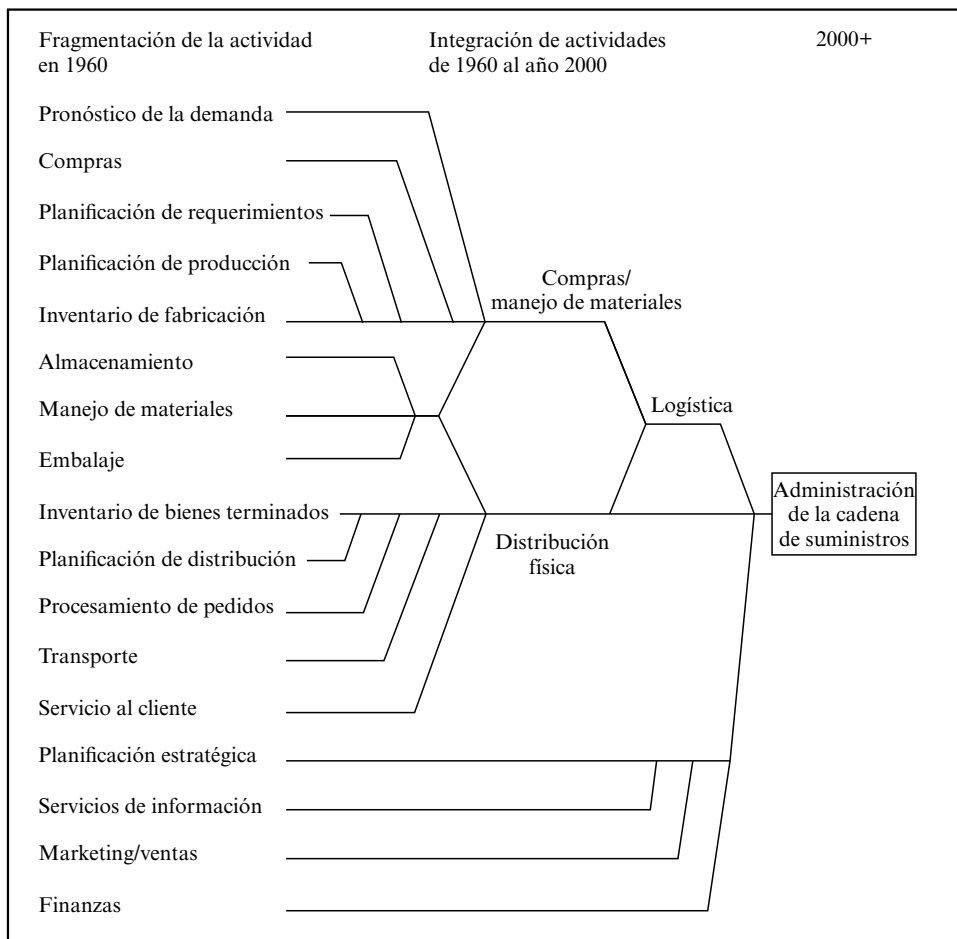


Figura 1.4. Evolución de la logística hacia la cadena de suministro.

Aunque es fácil pensar en la logística como la dirección del flujo de productos desde los puntos de la adquisición de materias primas hasta los consumidores finales, para muchas empresas existe un *canal inverso de la logística* que también debe ser dirigido.

La vida de un producto, desde el punto de vista de la logística, no termina con su entrega al cliente; los productos se vuelven obsoletos, se dañan o no funcionan y son devueltos a sus puntos de origen para su reparación o eliminación.

Los materiales *empacados* pueden ser devueltos a quien los expide debido a regulaciones ambientales o porque tiene sentido económico rehusarlos.

El canal inverso de la logística puede utilizar todo o una parte del canal directo o puede requerir un diseño por separado.

La cadena de suministros termina con la eliminación final de un producto. El canal inverso debe considerarse dentro del alcance de la planificación y del control de la logística.

1.5. LA RELACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LA LOGÍSTICA CON LAS DE MARKETING Y PRODUCCIÓN/OPERACIONES

Empresa				
Producción	Logística			Marketing
Actividades específicas.	Intersección de actividades.	Actividades específicas.	Intersección de actividades.	Actividades específicas.
Actividad en fabricación.	Planificación del producto.	Transporte.	Nivel servicio.	Promoción.
Manejo de materiales.	Localización de plantas.	Control de inventarios.	Embalaje.	Investigación mercados.
Control de calidad.	Compras.	Almacenes.	Canales de distribución.	Publicidad
Mantenimiento.		Manutención.		Precios.

Figura 1.5. Interfaces de la logística con marketing y producción.

La figura 1.5 muestra las actividades propias de producción y de marketing, así como las que están en la interfaz de ambas. Una actividad de interfaz es la que no puede ser dirigida efectivamente dentro de un área funcional. La interfaz se crea por

la separación arbitraria de las actividades de una empresa en un número limitado de áreas funcionales.

Ahora existen dos interfaces funcionales donde antes sólo existía una entre marketing y producción/operaciones. Algunos de los problemas administrativos más difíciles surgen de los conflictos interfuncionales que ocurren cuando se está intentando administrar actividades de interfaz.

Algunos problemas de este conflicto potencial pueden disiparse si se crea un nuevo acuerdo organizacional mediante el cual producción/operaciones y logística se van desvaneciendo gradualmente en un grupo llamado **cadena de suministros**.

1.6. OBJETIVOS DE LA LOGÍSTICA DE LOS NEGOCIOS Y DE LA CADENA DE SUMINISTROS

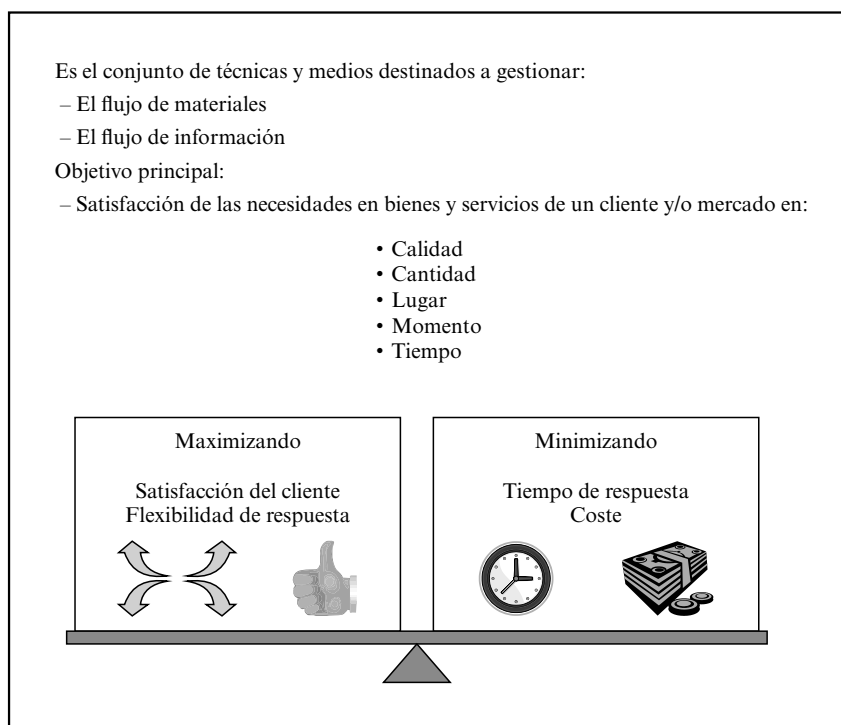


Figura 1.6. Objetivos de la logística.

El objetivo es conseguir ventajas competitivas rediseñando modelos de negocio que aporten innovación y *respuesta rápida* a las **nuevas líneas de productos** y en general *minimizar los costes* tendentes a lograr el nivel de servicio deseado.

Para ello en general se debe conseguir:

1. Reducir los transportes:
 - Distancias recorridas.
 - Etapas empleadas.
 - Agrupaciones para lograr dimensiones críticas.
2. Reducir las manipulaciones:
 - Menor número de cambios de lugar.
 - Adquirirlos de forma que evite desembalajes y preparación posterior.
3. Reducir los stocks:
 - Minimizarlos.
 - Reducir volumen y espacio.
4. Reducir las variaciones:
 - Clasificación en grupos lo más reducidos posible.
 - El menor número de almacenes.
5. Reducir los controles:
 - En cuanto a número y simplicidad.

Casi todas las empresas conviven en un entorno competitivo muy condicionado por el fenómeno imparable de la globalización y de la integración y centralización de la logística.

La facilidad de acceder a nuevos mercados obliga a rediseñar las redes de distribución y con frecuencia creciente a relocalizar las capacidades productivas y definir un modelo global de gestión de compras.

1.7. CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES POR SUS CARACTERÍSTICAS LOGÍSTICAS

Podemos clasificarlos por sus características de transporte, manejo, almacenaje y tráfico:

1. Características de transporte:
 - Embalajes: número de unidades por embalaje.
 - Peso, volumen, dimensiones.
 - Condiciones de expedición.

2. Características de manejo:
 - Resistencia, rigidez.
 - Contenedores, palés, ganchos.
3. Características de almacenaje:
 - Envases.
 - Dimensiones.
 - Volatilidad, combustibilidad.
4. Características del tráfico:
 - Tamaño de los lotes de compra y de venta, frecuencia.

1.8. COSTES DE LA CADENA DE SUMINISTRO

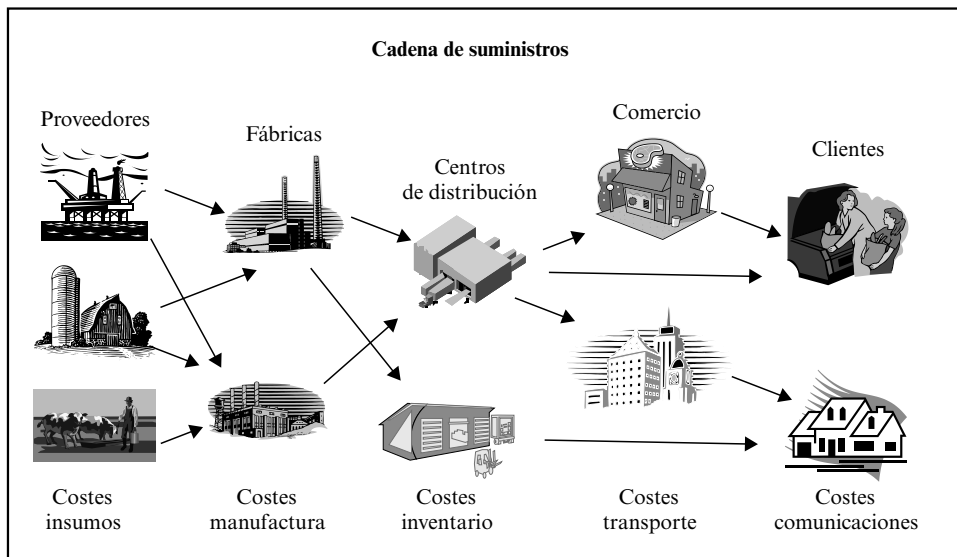


Figura 1.7. Costes de la cadena de suministro.

1.9. RENDIMIENTO DE LA INVERSIÓN EN EL SISTEMA LOGÍSTICO

Se pretende conseguir el mayor rendimiento sobre la inversión viendo el impacto del diseño del sistema de logística sobre:

1. La contribución de *ingresos adicionales*.

2. Costes *logísticos*: el coste de operación y los de capital para ese diseño.

La contribución de ingresos adicionales

Idealmente, el gerente de logística debería saber cuántos ingresos adicionales se generarán mediante la implantación de mejoras en la calidad del servicio suministrado al cliente. Sin embargo, dichos ingresos por lo general no se conocen con gran precisión.

A menudo, el **nivel de servicio al cliente** se fija en un valor objetivo, normalmente uno que sea admisible para aquél.

El **objetivo de la logística** puede ser el de *minimizar los costes tendentes a lograr el nivel de servicio deseado* en vez de aumentar al máximo el rendimiento sobre la inversión.

Los costes logísticos

A diferencia de los ingresos, los costes *de la logística* pueden ser determinados por lo general con tanta precisión como lo permite la práctica contable, y suelen ser de dos tipos: **costes de operación** y **costes de capital**.

Los costes **de operación** son aquellos que fluctúan en forma directa con la variación de los niveles de actividad: gastos de personal, gastos de almacenamiento, transportes.

Los costes **de capital** son los gastos que se realizan de una vez y que no cambian con las variaciones normales de los niveles de actividad.

Ejemplos: inversión en una flota privada de camiones, coste de construcción de un almacén para la compañía o compra de equipo para el manejo de materiales.

Si se asume que hay conocimiento del efecto de los niveles de actividad logística en los ingresos de la empresa, el rendimiento sobre los activos logísticos puede expresarse con la relación conocida como ROLA (*return on logistics assets*).

Rola se define como:

$$\text{ROLA} = \frac{\text{Contribución al ingreso} - \text{Costes de operación logística}}{\text{Coste del capital del activo logístico}}$$

RESUMEN

- La logística es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes.
- Los flujos del producto tienen que ser manejados desde el punto donde se encuentran como materias primas hasta el punto donde finalmente son reciclados.
- La administración de la cadena de suministros (*supply chain management: SCM*) es un término que ha surgido en los últimos años y que incluso va más allá de la logística integrada.
- El manejo de la cadena de suministros enfatiza las interacciones que tienen lugar entre las funciones de marketing, logística y producción en una empresa y las interacciones que se llevan a cabo entre empresas independientes legalmente dentro del canal de flujo del producto.
- Las oportunidades para mejorar el coste o el servicio al cliente se alcanzan mediante la coordinación y la colaboración entre los miembros de los canales de flujo, algunas de cuyas actividades esenciales de la cadena de suministros tal vez no estén bajo control directo del gerente de logística sino incluso más allá de su propia logística interna.
- Las actividades de un sistema típico de logística son: servicios al cliente, pronóstico de la demanda, comunicaciones de distribución, control de inventarios, manejo de materiales, procesamiento de pedidos, selección de la ubicación de fábricas y almacenamiento (análisis de localización), compras, embalaje, manejo de bienes devueltos, eliminación de desperdicios, tráfico, transporte y almacenamiento.
- Para muchas empresas existe un canal inverso de la logística que también debe ser dirigido. La vida de un producto, desde el punto de vista de la logística, no termina con su entrega al cliente; los productos se vuelven obsoletos, se dañan o no funcionan y son devueltos a sus puntos de origen para su reparación o eliminación.
- El objetivo de la logística es conseguir ventajas competitivas rediseñando modelos de negocio que aporten innovación y respuesta rápida a las nuevas líneas de productos y en general minimizar los costes tendentes a lograr el nivel de servicio deseado.
Para ello en general se debe conseguir: reducir los transportes, las manipulaciones, los stocks, las variaciones y los controles.
- Los materiales podemos clasificarlos por sus características logísticas: transporte, manejo, almacenaje y tráfico.
- El rendimiento de la inversión logística (ROLA) se define como:

$$\text{ROLA} = \frac{\text{Contribución al ingreso} - \text{Costes de operación logística}}{\text{Coste del capital del activo logístico}}$$

CUESTIONES

1. Definición de logística.
2. Punto de inicio y final de la logística.
3. Significado de SCM.
4. Interacciones en la cadena de suministro.
5. Actividades interrelacionadas entre producción y logística.
6. Actividades interrelacionadas entre la logística y el marketing.
7. Actividades de un sistema típico de logística.
8. En qué consiste el canal inverso de la logística.
- 9.Cuál es el objetivo de la logística.
10. Qué se debe intentar reducir para minimizar los costes de la logística.
11. Cuáles son las características logísticas por las que podemos clasificar los materiales.
12. Cómo se calcula el rendimiento de la inversión logística.

RESPUESTAS A LAS CUESTIONES

1. Es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes.
2. El punto de inicio es aquel en el que se encuentran las materias primas, y el punto final, el lugar en el que finalmente son recicladas.
3. *Supply chain management*: la administración de la cadena de suministros.
4. Las interacciones en la cadena de suministro son las que tienen lugar entre las funciones de marketing, logística y producción en una empresa, y las interacciones que se llevan a cabo entre empresas independientes legalmente dentro del canal de flujo del producto.
5. Las actividades interrelacionadas entre producción y logística son: planificación de la producción, localización de plantas y compras.
6. Las actividades interrelacionadas entre la logística y el marketing son: nivel de servicio, empaque y canales de distribución.
7. Las actividades de un sistema típico de logística son: servicios al cliente, pronóstico de la demanda, comunicaciones de distribución, control de inventarios, manejo de materiales, proce-

samiento de pedidos, selección de la ubicación de fábricas y almacenamiento (análisis de localización), compras, embalaje, manejo de bienes devueltos, eliminación de desperdicios, tráfico, transporte y almacenamiento.

8. La vida de un producto, desde el punto de vista de la logística, no termina con su entrega al cliente; los productos se vuelven obsoletos, se dañan o no funcionan y son devueltos a sus puntos de origen para su reparación o eliminación.
9. El objetivo de la logística es conseguir ventajas competitivas rediseñando modelos de negocio que aporten innovación y respuesta rápida a las nuevas líneas de productos y en general minimizar los costes tendentes a lograr el nivel de servicio deseado.
10. Se debe conseguir: reducir los transportes, las manipulaciones, los stocks, las variaciones y los controles.
11. Las características logísticas por las que podemos clasificar los materiales son por la forma del transporte, manejo, almacenaje y tráfico.
12. El rendimiento de la inversión logística se calcula así:

$$\text{ROLA} = \frac{\text{Contribución al ingreso} - \text{Costes de operación logística}}{\text{Coste del capital del activo logístico}}$$

2

Transporte interno (manutención)

Después de leer este capítulo, usted deberá saber:

- En qué consiste la manutención, y los objetivos que se persiguen con ella.
- Cómo mejorar la manutención.
- Las nueve categorías de medios empleados.
- Los criterios para la elección de una solución adecuada.

2.1. DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

La manutención es la técnica que estudia el desplazamiento de un material sin que sufra modificaciones en su estado físico. Su objetivo es definir el mejor modo de coger, mover y dejar cada material, según sus características.

Dependiendo del tipo de industria, el tiempo dedicado a la manutención puede llegar a representar entre un 10 y un 30% del tiempo empleado de mano de obra.

2.2. MEJORA DE LA MANUTENCIÓN

Cuando se estudia cómo mejorar la manutención, debe considerarse que la forma más rápida y económica es no tener que realizarla, esto es obvio, pero no por ello hemos de dejar de recordarlo. La aplicación de la técnica interrogativa utilizada para mejorar métodos de trabajo es tan válida en este caso como para las operaciones de producción, y en ella, como se verá, lo primero que se plantea es la posibilidad de suprimir lo que se demuestra que es innecesario.

Siempre que sea posible, deberíamos poner en práctica las ideas que se indican a continuación, las cuales se relacionan con las técnicas de mejora de métodos de trabajo y con los estudios de distribución en planta, y son las siguientes:

- Suprimir las operaciones que requieran manutenciones.
- Agrupar las operaciones.
- Modificar el orden de operaciones.
- Desplazar las herramientas hacia las piezas a fabricar.
- Desplazar a los obreros y no el material.
- Unificar la operación y el transporte.
- Realizar la manutención durante los tiempos muertos del ciclo hombre-máquina.
- Aproximar entre sí los puestos sucesivos de trabajo.
- Evitar depositar la carga en el suelo para no tener que recogerla.
- Prever una carga unitaria mayor.
- Agrupar las cargas para el transporte.
- Utilizar la gravedad, que es una energía gratuita.
- Modificar el recorrido.
- Mejorar el estado del suelo.

Una vez puestas en práctica estas ideas, deberemos estudiar cuál es el medio más adecuado para realizar la manutención.

2.3. ELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS MEDIOS EMPLEADOS PARA LA MANUTENCIÓN

La elección del medio a emplear para transportar el material puede venir supeditado a como esté acondicionado el material: a granel, o en fardos, así como dónde está depositado: palés o contenedores.

Veamos, antes de pasar a exponer los medios empleados para el transporte del material, los medios utilizados para soportarlo. A continuación podemos ver, de entre la gran variedad de palés y contenedores, los utilizados más frecuentemente.

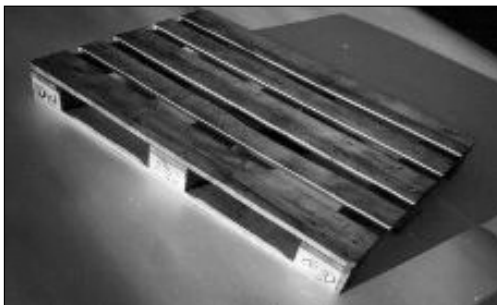


Figura 2.1. Palé.



Figura 2.2.a. Contenedor.



Figura 2.2.b. Contenedor basculante.

Los medios empleados para el transporte de materiales pueden clasificarse en nueve categorías.

1. Transpaletas, vagonetas, tractores y remolques

Todos ellos son aparatos que ruedan por el suelo. Pueden ser motorizados o no, si bien no cuentan con dispositivo mecánico de elevación:

Transpaletas manuales o eléctricas, carretillas y tractores de motor con conductor, remolques de cualquier tipo.



Figura 2.3. Transpaleta manual.



Figura 2.4. Transpaleta electrónica.

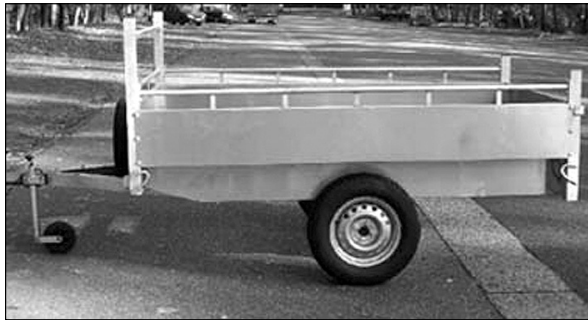


Figura 2.5. Remolque.

2. Carretillas elevadoras

Estos aparatos ruedan por el suelo, y además están dotados de un dispositivo que permite elevar las cargas y almacenarlas; pueden estar motorizados o no y pueden llevar conductor acompañante o sentado.

Existen carretillas elevadoras contrapesadas con horquillas frontales, carretillas de pequeño alzado, retráctiles y trilaterales.

Las **carretillas elevadoras contrapesadas** son el medio más utilizado en los almacenes convencionales, fundamentalmente por su buena relación precio/prestaciones. Entre todos los elementos mecánicos que pueden ser utilizados en un almacén, es aquel con el que se consigue un peor aprovechamiento del espacio disponible.



Figura 2.6. Apiladora manual.



Figura 2.7. Apiladora de traslación y elevación electrónica.



Figura 2.8 Carretilla elevadora contrapesada.



Figura 2.9. Carretilla con mástil y horquilla retráctil.



Figura 2.10. Carretilla trilateral.

Las **carretillas retráctiles** son máquinas elevadoras que transportan y apilan las cargas de forma frontal y, por tanto, no necesitan de otro medio de carga diferente a las horquillas convencionales. Se denominan retráctiles porque tienen la facultad de que o bien las horquillas o bien el mástil pueden ser extendidos o recogidos, retrayéndose sobre sí mismos, con lo cual se logra reducir considerablemente el pasillo de apilado.

Las **carretillas trilaterales** son vehículos especialmente concebidos para el trabajo en pasillos estrechos. Su optimización se consigue por el uso del denominado cabezal trilateral. Este cabezal está formado por un par de horquillas convencionales montadas sobre un tablero articulado, con una capacidad de giro lateral de 90° a cada lado. La carretilla puede tomar y depositar las cargas en cualquiera de sus laterales e igualmente tiene la facultad de tomar las cargas frontalmente, de donde proviene su nombre de trilateral.

3. Aparatos de elevación

Los aparatos más elementales son: cabrestantes manuales o eléctricos, polipastos manuales, eléctricos o neumáticos, poleas, tornillos, gatos, etc.

Existen además aparatos más complejos a base de polipastos, poleas y cabrestantes u otros dispositivos de análogos principios:

- Grúas puente, monorraíles.
- Grúas fijas, sobre ruedas, sobre camión, sobre raíles, sobre orugas.
- Grúas móviles, grúas hidráulicas, etc.



Figura 2.11. Polipastos y palancas manuales.

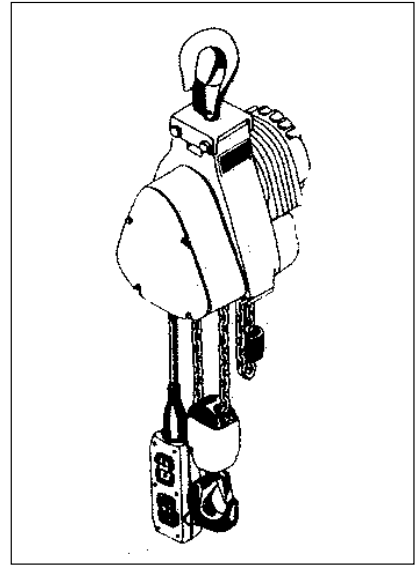


Figura 2.12. Polipastos eléctricos de cadena.



Figura 2.13. Polipastos y elevadores neumáticos.

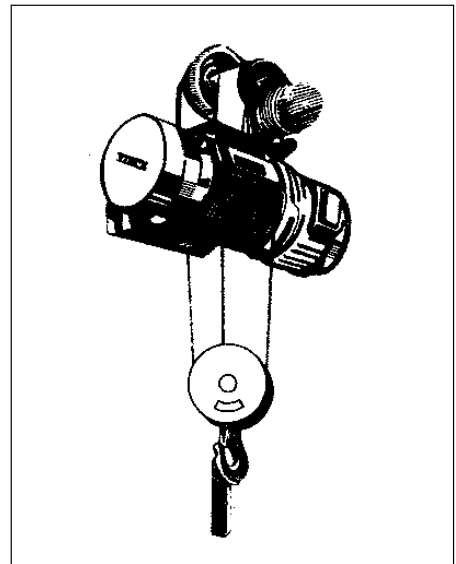


Figura 2.14. Polipastos eléctricos a cable (normales y antideflagrantes).



Figura 2.15. Cabrestantes.



Figura 2.16. Pluma hidráulica portátil.

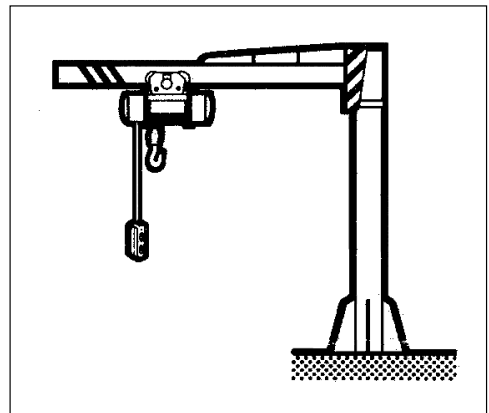


Figura 2.17. Plumas o brazos giratorios.

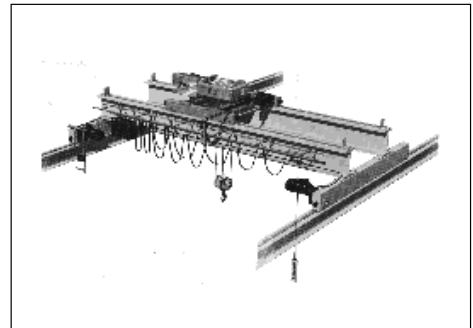


Figura 2.18. a) Puente grúa monorraíl; b) puente grúa birraíl.

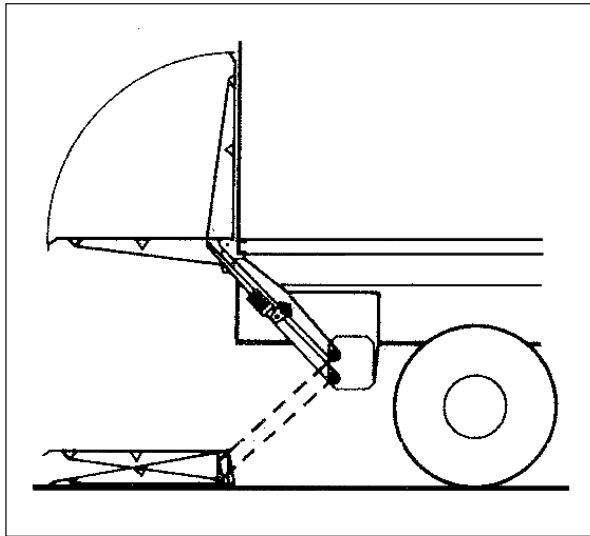


Figura 2.19. Elevadores para camión.

4. Accesorios prensores

Son dispositivos de cualquier tipo que permiten a un aparato de elevación o de extracción coger o empujar la carga. Son innumerables, y se adaptan a cualquier tipo de carga: eslingas, pinzas, ventosas, imanes, horquillas, etc.

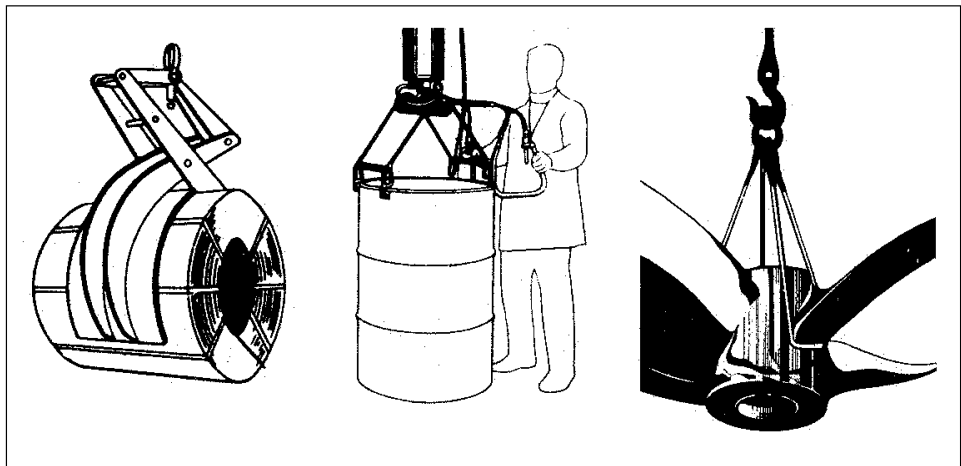


Figura 2.20. Equipos para elevación.

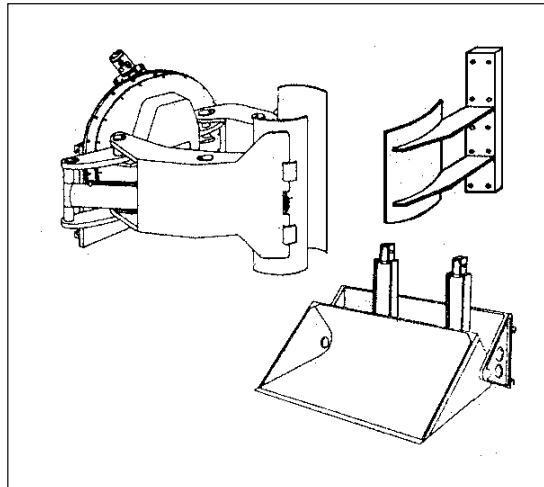


Figura 2.21. Implementos para carretillas.

5. Aparatos de transporte vertical de piso a piso

Ascensores, montacargas, plataformas elevadoras, toboganes, elevadores de canchilones, etcétera.



Figura 2.22. Plataformas elevadoras (tijeras).



Figura 2.23. Plataformas montacargas.

6. Convoyes

Son aparatos de manutención continua, constituidos por una cadena o un cable sin fin accionados por un moto-reductor variador de velocidad.

El material a manipular se coloca en un soporte intermedio (balancín, cesta, vagoneta, gancho, etc.), que es arrastrado por la cadena o el cable y que está suspendido de él.

— Transportadores aéreos de cable, de cadena, teleféricos.

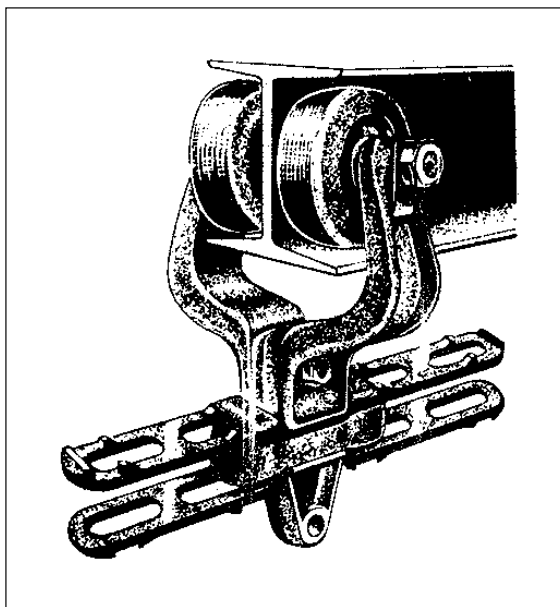


Figura 2.24. Transportadores aéreos.

7. Transportadores

De modo contrario a los convoyes, los transportadores están en contacto directo con el material a mantener, tanto si se trata de cargas unitarias como de material a granel.

Existen transportadores fijos o móviles, transportadores motorizados y por gravedad:

— Transportador de banda, de barras, de cuchara, de cangilones, transportadores de rosca, transportadores de rodillos y de bolas.



Figura 2.25. Transportador de rodillos.

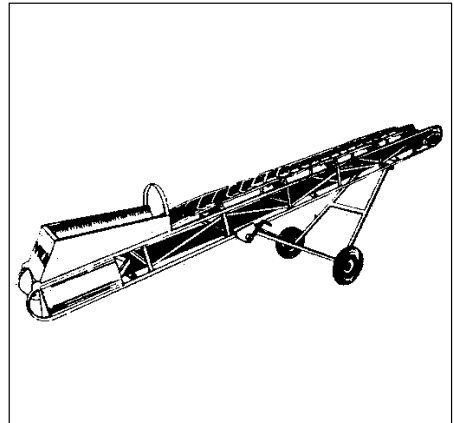


Figura 2.26. Transportadores inclinados portátiles.

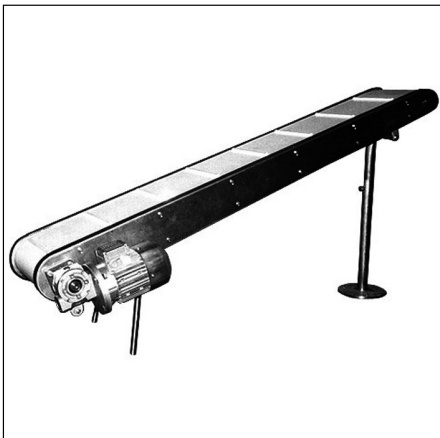


Figura 2.27. Cintas transportadoras.

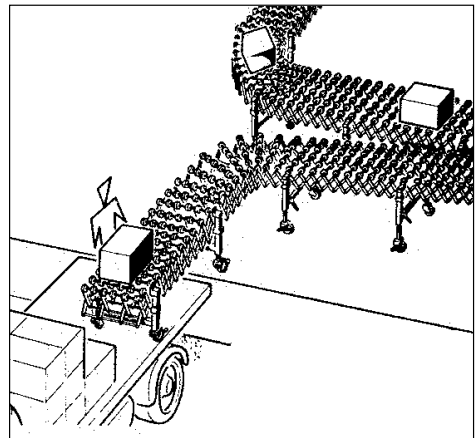
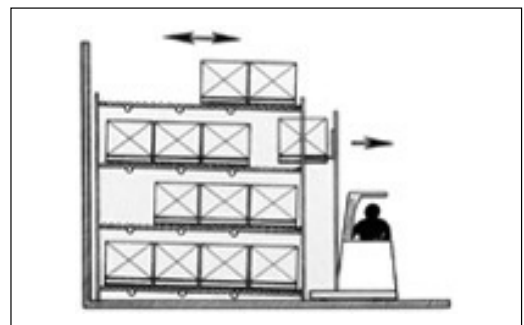


Figura 2.28. Transportador de bolas.

Figura 2.29. Almacenamiento dinámico.



8. Otros transportadores de material a granel

De manutención continua: transportadores neumáticos, por vibración, por proyección, hidráulicos.

De manutención discontinua: cuchara automática, cargadoras, etc.

9. Material automático de manutención

Se trata en general de instalaciones especialmente estudiadas para resolver problemas concretos en determinadas empresas. Algunos materiales de las categorías precedentes pueden efectuar un cierto número de funciones automáticas.

— Carretillas eléctricas teledirigidas, robots transelevadores, etc.



Figura 2.30. Carretilla eléctrica transportadora Ameise Teletrack, guiada por corrientes inductivas (EGU-IR).

Robots transelevadores

Son muy compactos y se pueden implantar fácilmente dentro de estanterías existentes con un mínimo de perturbación de la producción o distribución.

Para mostrar los tres tipos básicos de transelevadores, utilizaremos el catálogo de Viastore:

Viaspeed

De muy alta productividad, se destina al almacenaje automatizado de pequeño material, recambios, documentos, así como al almacenaje de productos semielaborados en procesos industriales. Tiene una capacidad de carga de hasta 300 kg y una

altura máxima de 17 m, velocidad de traslación de hasta 300 m/min, aceleración hasta 3m/s^2 . Se controla por PC industrial y cuenta con seis tipos de dispositivos de toma de carga disponibles.



Figura 2.31. Robot transelevador Viaspeed.

Viapal

Es un transelevador completamente automatizado especialmente concebido para el almacenaje a gran altura de cargas pesadas: palés, bobinas de papel, bobinas de acero. Para facilitar el cambio de pasillo de estos equipos, está disponible el puente de transbordo viatrans. Sus características básicas son: carga máxima de hasta 10 toneladas, altura máxima de 40 m, velocidad de traslación de hasta 200 m/min. Controlado por PC industrial.



Figura 2.32. Robot transelevador Viapal.

Viasprint

Es un transelevador de *picking* manual que puede incorporar diferentes dispositivos, como horquillas telescópicas o mesas.

Características básicas:

- Carga 2×500 kg, altura máxima 17 m.
- Cabina de control ergonómica y dotada de máxima seguridad.
- Desplazamientos horizontales y verticales simultáneos.
- Comunicación *on line* vía radiofrecuencia o infrarrojos.



Figura 2.33. Robot transelevador Viasprint.

2.4. CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE UNA SOLUCIÓN

La rentabilidad comparada de las diversas soluciones es siempre un factor importante a la hora de tomar una decisión, aunque, por muy importante que sea este factor, no es el único que nos debe preocupar: en relación con las distintas políticas de la empresa, se deben tener en cuenta un cierto número de otros elementos de apreciación. No se puede hacer una comparación en cifras entre ellos pero, en ciertos casos, su peso puede inducir a la toma de una decisión.

A continuación citamos algunos de estos elementos:

1. ***Flexibilidad del sistema:*** cuando la naturaleza o el volumen de las fabricaciones o almacenajes se modifiquen, será necesario adaptar la manutención a las nuevas condiciones de trabajo; si es probable una evolución importante, en un futuro próximo, la falta de flexibilidad es causa de rechazo del sistema; si por el contrario se instala una fabricación en series grandes de un artículo que debe permanecer idéntico durante varios años, la flexibilidad evidentemente no es necesaria (a condición de que no aumente notablemente el pre-

cio de coste). La utilización de aparatos de manutención de serie, con un pequeño coste de instalación, es un elemento de flexibilidad ya que, en caso de modificación, será relativamente fácil venderlos en buenas condiciones con el fin de comprar otros.

2. **Condiciones de trabajo del personal:** cualquier sistema que no proporcione una seguridad suficiente al personal deberá ser rechazado (o perfeccionado en este punto). Hay que tomar en consideración la fatiga del personal; por este motivo, en los países de salarios más bajos puede ser imposible rentabilizar una mecanización de manutención; sin embargo, se podrán introducir y adoptar manipulaciones mecánicas para suprimir las operaciones manuales muy trabajosas.
3. **Clasificación del personal:** se deberá renunciar a sistemas complicados de manutención mecánica o automática cuando no se disponga de personal necesario para su manejo o para la conservación de las instalaciones correspondientes.
4. **Riesgos de avería:** se deben sopesar los riesgos de avería y examinar las consecuencias de una parada de la instalación. ¿Una avería puede ocasionar consecuencias graves en otros sectores de la fábrica? ¿Cuál es la pérdida de producción total que puede ocasionar? ¿Existe una solución de sustitución que pueda paliar la falta de funcionamiento de los aparatos en espera de su reparación? ¿Se pueden conseguir fácil y rápidamente piezas de recambio? Si no, ¿qué piezas hay que conservar en stock? En caso de necesidad, ¿existe en la zona un reparador especializado? Existen, asimismo, otras tantas cuestiones cuyas respuestas pueden tener una gran importancia.
5. **Servicio de asistencia técnica:** se renunciará a medios o marcas comerciales que no dispongan de un servicio rápido y eficaz.

Cuando se disponga de todos los cálculos provisionales del precio de coste y se haya reflexionado sobre todas las demás cuestiones, el responsable estará en condiciones de tomar una decisión. En esta fase, no hay ninguna regla absoluta que pueda dictarle su conducta. El responsable acudirá al sentido común y actuará según su temperamento.

RESUMEN

La **manutención** es la técnica que estudia el desplazamiento de un material sin que sufra modificaciones en su estado físico. Se trata de estudiar, para cada material, el mejor modo de cogerlo, moverlo y dejarlo según sus características.

La **mejora de la manutención** se basa en el empleo de las mismas técnicas utilizadas para la mejora de métodos de trabajo y estudios de distribución en planta.

Las **nueve categorías** de medios empleados son:

1. Vagonetas, transpaletas, tractores y remolques.
2. Carretillas elevadoras.

3. Aparatos de elevación.
4. Accesorios prensos.
5. Aparatos de transporte vertical de piso a piso.
6. Convoyes.
7. Transportadores.
8. Otros transportadores de material a granel.
9. Material automático de manutención.

El **criterio inicial para la elección** de uno u otro tipo de elemento de manutención es la rentabilidad comparada, pero otros criterios a tener en cuenta son: la flexibilidad del sistema, las condiciones de trabajo del personal, el tipo de personal disponible, los riesgos de avería y los servicios de asistencia técnica.

CUESTIONES

- 1.Cuál es el objetivo de la manutención.
2. Ideas para mejorar la manutención.
3. Cuestiones que hay que tener en cuenta para la elección del medio a emplear.
4. Clasificación de los medios empleados.
5. Diferencias entre una transpaleta y una carretilla elevadora.
6. Características de una carretilla retráctil.
7. Diferencias entre una carretilla retráctil y una carretilla elevadora contrapesada.
8. Características de una carretilla trilateral.
9. Indique tipos de aparatos para elevación de cargas.
10. Qué es un convoyes.
11. Diferencias entre un convoyes y un transportador.
12. Indique algunos elementos automáticos de manutención.
13. Entre varios medios de manutención que resolverían el problema, qué criterios debería tener en cuenta para la elección de uno u otro.

RESPUESTAS A LAS CUESTIONES

1. Estudiar para cada material, según sus características, el mejor modo de cogerlo, moverlo y dejarlo, sin que por ello sufra modificaciones en su estado físico.
2. Las ideas para mejorar una manutención se relacionan con las técnicas de mejora de métodos de trabajo y estudios de distribución en planta, tales como: agrupar las operaciones, aproximar entre sí los puestos sucesivos de trabajo, evitar depositar la carga en el suelo para no tener que recogerla, utilizar la gravedad.
3. Para elegirlos deberá tenerse en cuenta: el *acondicionamiento del material*, que básicamente puede ser a granel o en fardos individuales, el *tipo de soporte de manutención y almacenaje*: palé o contenedor, y los *medios prensores*: eslingas y ganchos, pinzas, electroimanes.
4. Podrían clasificarse en nueve categorías: 1) Vagonetas, transpaletas, tractores y remolques. 2) Carretillas elevadoras. 3) Aparatos de elevación. 4) Accesorios prensores. 5) Aparatos de transporte vertical de piso a piso. 6) Convoyes. 7) Transportadores. 8) Otros transportadores de material a granel. 9) Material automático de manutención.

5. Una transpaleta *sólo puede trasladar el* palé, o el contenedor; la carretilla elevadora, además, puede elevarlos para apilarlos o depositarlos en una estantería.
6. Se denominan retráctiles porque tienen la facultad de que, o bien las horquillas o bien el más-til, pueden ser extendidos o recogidos, retrayéndose sobre sí mismos.
7. Con las carretillas retráctiles se logra reducir considerablemente el pasillo de apilado.
8. Las carretillas trilaterales están especialmente concebidas para el trabajo en pasillos estrechos; su optimización se consigue por el uso del denominado cabezal trilateral. Este cabezal está formado por un par de horquillas convencionales montadas sobre un tablero articulado con capacidad de giro lateral de 90° a cada lado, de modo que la carretilla puede tomar y depositar las cargas en cualquiera de sus laterales, e igualmente tiene la facultad de tomar las cargas frontalmente, de donde proviene su nombre de trilateral.
9. Los aparatos para elevación de cargas son: cabrestantes manuales o eléctricos, polipastos manuales, eléctricos o neumáticos, poleas, gatos, grúas puente, monorraíles, grúas fijas, grúas móviles, grúas hidráulicas, etc.
10. Un convoy es un aparato de manutención continua cuyo elemento transportador es una cadena o un cable sin fin. El material a manipular se coloca en un soporte intermedio (cesta, vagoneta, gancho), suspendido del elemento transportador.
11. De modo contrario a los convoyes, los transportadores están en contacto directo con el material a mantener. Ejemplos de éstos son: transportador de banda, de cuchara, de cangilones, transportadores de rosca, transportadores de rodillos, de bolas.
12. Son instalaciones especialmente estudiadas para resolver problemas concretos: carretillas eléctricas teledirigidas, robots transelevadores.
13. La rentabilidad comparada de las diversas soluciones es siempre un factor importante en la toma de una decisión, pero deben tenerse en cuenta otros, tales como: flexibilidad del sistema, condiciones de trabajo del personal, clasificación del personal, riesgos de avería, servicio de asistencia técnica.

Después de leer este capítulo, usted deberá:

- Calcular la localización más económica de un almacén central de distribución.
- Enumerar los aspectos a tener en cuenta en la implantación de un almacén de distribución.
- Enumerar los métodos de almacenaje basados en la optimización de la superficie utilizada.
- Describir en qué consisten las estanterías *drive-in* y las *drive-throught*.
- Describir las ventajas del uso de carretillas trilaterales.
- Identificar cuál es el sistema de almacenamiento de peor aprovechamiento de la superficie disponible y cuál el mejor.
- Métodos utilizados en la preparación de pedidos.
- Calcular los costes de almacenamiento.
- Calcular las ratios utilizadas para medir el grado de aprovechamiento de un almacén.
- Definir en qué consisten los centros de consolidación.
- Definir en qué consisten las áreas de consolidación.

3.1. INTRODUCCIÓN

En una empresa industrial, los almacenes de materias primas y componentes se hacen necesarios debido a las diferencias entre el ritmo de aprovisionamiento y el de producción, ya que, si éste es mayor, tenemos que ir almacenando previamente para que cuando llegue el momento de fabricar tengamos las suficientes existencias.

Asimismo, los almacenes de productos acabados son necesarios cuando el ritmo de producción es menor que el ritmo de ventas, lo cual se hace bien patente sobre todo en las empresas de venta estacional, en las que durante varios meses se produce más de lo que se vende, lo que obliga a almacenar el sobrante para cuando lleguen los meses punta.

Los almacenes que hay en una empresa *industrial* son de varios tipos, tales como los de:

- Materias primas.
- Componentes.
- Acabados.
- Útiles y herramientas.
- Piezas para reparación de las máquinas e instalaciones.
- General.

Además de los almacenes que hay en una empresa industrial, hay almacenes de *distribución*, que pueden consistir en un almacén central único o bien, al margen de éste, contar con otros regionales localizados en distintas zonas geográficas, cercanas a los puntos de consumo.

3.2. MÉTODOS DE LOCALIZACIÓN DE UN ALMACÉN CENTRAL DE DISTRIBUCIÓN

La adecuada localización de un almacén central de distribución es un problema importante al diseñar la cadena de suministro. Se presenta este problema cuando queremos determinar la ubicación de un almacén único que sirva de la manera más económica a una serie de clientes cuya ubicación está prefijada. Este problema se presenta también en el caso de la ubicación de torres de comunicación para la telefonía móvil en las ciudades para conseguir la mejor audición posible.

Existen diversos métodos de localización tales como: el del centro de gravedad y el numérico analítico.

3.2.1. Método del centro de gravedad

Es un método que sirve para facilitar una solución inicial, que después, con el método numérico analítico, puede ser mejorada.

En el caso del almacén, de lo que se trata es de minimizar la suma del coste total del transporte a todos los clientes.

Si se considera que el coste del transporte a un cliente es proporcional a la distancia entre el almacén y el cliente, la fórmula de cálculo del coste total de los transportes es la siguiente:

$$C = \sum_{i=1}^n w_i \times d_i$$

C : Coste total.

w_i : Número de transportes a realizar al cliente i .

d_i : Distancia del almacén al cliente i .

Las coordenadas del almacén (X , Y) se calculan con las siguientes fórmulas:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \times x_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \times y_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Las coordenadas de los clientes: x_i , y_i .

Las distancias d_i entre el almacén y los clientes se calculan con la fórmula siguiente:

$$d_i = \sqrt{(X - x_i)^2 + (Y - y_i)^2}$$

Supongamos que las coordenadas que indican la ubicación de los clientes A , B , C son las siguientes:

$$A: x = 0; y = 0 \qquad B: x = 6; y = 0 \qquad C: x = 0; y = 3$$

Y que el número de transportes a realizar a cada uno de ellos es:

$$w_A=2 \qquad w_B=9 \qquad w_C=4$$

Las coordenadas para la ubicación del almacén serán:

$$X = \frac{(2 \times 0) + (9 \times 6) + (4 \times 0)}{2 + 9 + 4} = 3,60$$

$$Y = \frac{(2 \times 0) + (9 \times 0) + (4 \times 3)}{2 + 9 + 4} = 0,80$$

Ahora para calcular el coste total C habremos de calcular previamente las distancias de los clientes al almacén:

$$d_1 = \sqrt{(3,60 - 0)^2 + (0,80 - 0)^2} = 3,69$$

$$d_2 = \sqrt{(3,60 - 6)^2 + (0,80 - 0)^2} = 2,53$$

$$d_3 = \sqrt{(3,60 - 0)^2 + (0,80 - 3)^2} = 4,22$$

$$C = \sum_{i=1}^n w_i \times d_i = (2 \times 3,69) + (9 \times 2,53) + (4 \times 4,22) = 47,03$$

En el caso de la ubicación de torres de comunicación para la telefonía móvil las coordenadas se basarían en las medidas de longitud y latitud debido a la fácil localización mediante los sistemas GPS.

3.2.2. Método numérico analítico

Se utiliza para tratar de mejorar el resultado obtenido con el método del centro de gravedad.

Las coordenadas del almacén se calculan con las siguientes fórmulas:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{w_i \times x_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{w_i}{d_i}}$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{w_i \times y_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{w_i}{d_i}}$$

Aplicado al ejemplo anterior, las nuevas coordenadas serán:

$$X = \frac{\frac{2 \times 0}{3,69} + \frac{9 \times 6}{2,53} + \frac{4 \times 0}{4,22}}{\frac{2}{3,69} + \frac{9}{2,53} + \frac{4}{4,22}} = 4,23$$

$$Y = \frac{\frac{2 \times 0}{3,69} + \frac{9 \times 0}{2,53} + \frac{4 \times 3}{4,22}}{\frac{2}{3,69} + \frac{9}{2,53} + \frac{4}{4,22}} = 0,56$$

Ahora para calcular el coste total C habremos de calcular previamente las distancias de los clientes al almacén.

$$d_1 = \sqrt{(4,23 - 0)^2 + (0,56 - 0)^2} = 4,27$$

$$d_2 = \sqrt{(4,23 - 6)^2 + (0,56 - 0)^2} = 1,86$$

$$d_3 = \sqrt{(4,23 - 0)^2 + (0,56 - 3)^2} = 4,88$$

$$C = \sum_{i=1}^n w_i \times d_i = (2 \times 4,27) + (9 \times 1,86) + (4 \times 4,88) = 44,80$$

Como puede verse se ha mejorado. Ahora se efectúan a continuación iteraciones hasta que ya se vea que las mejoras son ínfimas.

Los resultados los vemos en la siguiente tabla:

	Iteraciones			
	1	2	3	4
X	4,74	5,13	5,41	5,60
Y	0,40	0,28	0,19	0,13
d_1	4,76	5,14	5,41	5,60
d_2	1,32	0,91	0,62	0,42
d_3	5,41	5,81	6,10	6,29
C	43,04	41,71	40,80	40,14

Podría ya darse por buena la posición $(X, Y) = (5,60, 0,13)$.

3.3. ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA IMPLANTACIÓN DE UN ALMACÉN DE DISTRIBUCIÓN

Cuando tenemos que edificar un almacén de distribución, deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Elección del emplazamiento.
- Coste de la construcción.

- Funcionalidad.
- Dimensiones y forma.
- Mantenimiento.

Elección del emplazamiento. Una vez determinada la **localización geográfica**, según hemos visto en el apartado 3.2.2, los factores a considerar son los siguientes:

- Transporte ferroviario.
- Transporte por carretera.
- Coste del terreno.
- Normas de construcción.
- Zona compatible con el stock.
- Publicidad (si es junto a una autopista, mejor).

Coste de la construcción. Hemos de considerar los costes de:

- Excavación.
- Cimientos.
- Nivelación.
- Instalación eléctrica y sanitaria.
- Sistemas de ventilación.
- Seguridad contra robos.
- Telecomunicaciones.

Funcionalidad. Se ha de tener en cuenta:

- Previsión de la necesidad de futuras ampliaciones o modificaciones.
- Andén ferroviario.
- Muelles para camiones.

Dimensiones y forma. Considerar:

- Volumen necesario.
- Superficie y altura adecuadas.
- Altura: limitación de urbanismo.
- Manutención sin peligro.
- Forma cuadrada requiere perímetro mínimo, por lo que sería lo más económico.

Mantenimiento. Tener en cuenta los correspondientes a:

- Techos.
- Suelos.

- Instalación eléctrica.
- Tuberías.
- Sistemas de ventilación.
- Sistemas de extinción de incendios.
- Alarmas iluminación.
- Servicios sanitarios.
- Primeros auxilios.
- Pintura.

3.4. DIFERENTES ÁREAS DE TRABAJO EN UN ALMACÉN

La organización del trabajo sigue un proceso secuencial en las siguientes áreas, realizándose en cada una de ellas una parte de él.

- **Área de recepción de mercancías:** es donde se realiza la recepción del material, que supone, si proviene de proveedores: control de que corresponde a un pedido cursado, descarga de la mercancía y control de la cantidad y la calidad. Se conforma el albarán de entrada y se registra la información, con lo que queda actualizada la existencia y en conocimiento de los departamentos afectados.
- **Área de almacenaje:** es donde se almacena el material, lo que supone: su ubicación física en las áreas de almacén correspondientes conforme a sus características.
- **Área de preparación de pedidos:** es la zona en donde se recopilan los distintos productos que figuran en el pedido a servir al cliente y se embalan en cajas múltiples (o en otro tipo de embalaje), las cuales se cierran e identifican adecuadamente. Para ello se ha realizado previamente lo que llamamos *picking*, que es la localización del producto dentro del almacén y la separación de la cantidad demandada.
- **Área de expedición:** es la zona donde los productos embalados son cargados y debidamente fijados en los vehículos de transporte para su desplazamiento hacia los almacenes del cliente.

Los productos van acompañados de los albaranes correspondientes, se actualizan existencias y se envía una copia al departamento comercial para la facturación.

3.5. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE ALMACENAJE

Uno de los aspectos más importantes para la elección del sistema de almacenaje adecuado consiste precisamente en conseguir una óptima utilización del espacio disponible.

Para lograr una optimización de uso del espacio disponible, éste debe ser analizado previamente mediante la utilización de los dos parámetros que lo definen: superficie y volumen.

Se define como superficie de almacenaje la que destinamos en un almacén, expresada en metros cuadrados, para ser utilizada exclusivamente como depósito de las mercancías; en general se obtendrá restando a la superficie total edificada las zonas destinadas a recepción, preparación de pedidos y expedición.

Conocida la cantidad de mercancías a almacenar, y tras haber determinado el sistema de ubicación de las mercancías, se estudian los posibles métodos de almacenaje que optimicen la utilización de la superficie.

3.6. MÉTODOS DE ALMACENAJE BASADOS EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA SUPERFICIE UTILIZADA

Una clasificación de los métodos de almacenamiento atendiendo al grado de optimización del espacio disponible será:

1. Almacenamiento en bloque compacto.
2. Almacenamiento en bloque sobre estanterías (*drivers* y dinámicas).
3. Almacenamiento en bloque mediante estanterías móviles.
4. Almacenamiento con pasillos, utilizando estanterías convencionales y carretillas elevadoras contrapesadas.
5. Almacenamiento con pasillos, utilizando carretillas elevadoras retráctiles.
6. Almacenamiento con pasillos, utilizando apiladores.
7. Almacenamiento con pasillos, utilizando carretillas trilaterales.
8. Almacenamiento con pasillos, utilizando transelevadores.
9. Almacenamiento automatizado.

3.6.1. Almacenamiento en bloque compacto

Es el único sistema que permite un llenado al 100% de un almacén; en este sistema las mercancías se apilan unas junto a otras, sin dejar espacios intermedios.

Cuando se realiza un almacenamiento en bloque compacto, lo que se hace realmente es constituir una serie de tantos bloques como productos diferentes se deben almacenar, de forma tal que todos los productos de una misma referencia se almacenan juntos. De esta manera el almacenamiento en bloque es prácticamente un almacenamiento de tipo ordenado.

Algunos ejemplos de utilización de este sistema pueden ser:

- Almacenes de bebidas.
- Almacenes de las fábricas de transformados agrícolas, tales como harineras, azucareras, conserveras, etc.

- Almacenes de productos agrícolas, frutas, verduras, etc.
- Almacenes de leche envasada.

3.6.2. Almacenamiento en bloque sobre estanterías

Cuando la resistencia de las cargas es insuficiente para poder efectuar un almacenamiento en bloque del tamaño necesario para la acumulación de la cantidad de producto que se desea almacenar, es preciso acudir a la utilización de estanterías. Dos son los tipos de estanterías que se utilizan en el almacenamiento en bloque:

1. *Drivers*.
2. Dinámicas.

La utilización de uno u otro de estos tipos estará en función de las características del producto a almacenar. Cada uno de estos tipos presenta unas funciones específicas, además de un grado de utilización del espacio diferente:

1. Estanterías tipo *drivers*

Pueden ser de dos tipos: *drive-in* y *drive-throught*.

Las estanterías ***drive-in*** son aquellas que permiten la entrada de carretillas elevadoras en su interior, de forma tal que la carretilla entra para depositar o tomar la

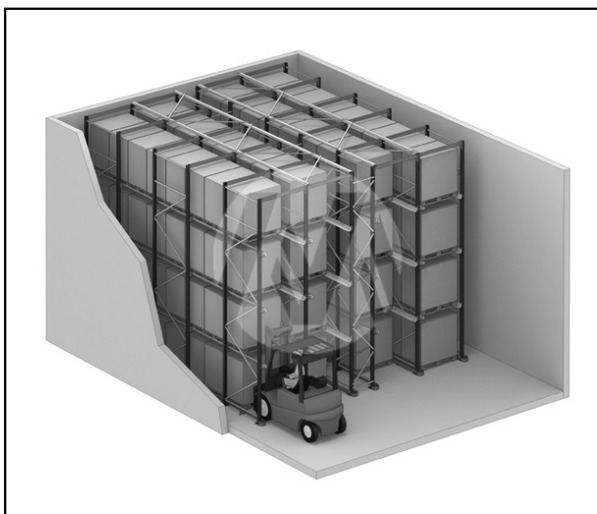


Figura 3.1. Estanterías *drive-in*. (FUENTE: <http://www.mecalux.com.ar>.)

carga, en marcha frontal y sale vacío o con la carga en marcha atrás. Estas estanterías se suelen apoyar sobre una pared, la cual constituye su límite trasero. Su aplicación únicamente requiere de un pasillo frontal, para maniobra y circulación de las carretillas elevadoras. Su mayor inconveniente radica en que los productos almacenados en ellas tienen que usar el sistema **Lifo**, es decir, el **último que entra es el primero que sale**.

Las estanterías *drive-throught* son aquellas en que los vehículos apiladores o carretillas elevadoras pueden pasar a su través, de forma que la carga/descarga se puede realizar por ambos extremos. Su ventaja es que facilita la salida de la mercancía respondiendo al sistema **Fifo**, es decir, el **primero que entra es el primero que sale**.

Su instalación se ha de realizar, pues, en forma de isla, dejando a ambos frentes sendos pasillos de maniobra y circulación.

2. Estanterías dinámicas

Al contrario que las estanterías tipo *drivers*, las estanterías dinámicas no permiten el paso de las carretillas y, por tanto, deben ser cargadas forzosamente desde el exterior. Su construcción está hecha a base de una estructura metálica reticular, formada por pilares anclados al suelo, arriostrados lateralmente y unidos transversalmente por travesaños.

Las cargas se depositan sobre un camino de rodillos, construido con una inclinación del orden del 2%, que facilita el deslizamiento de las cargas; estos rodillos están provistos de frenos de inercia para evitar el embalamiento de las cargas dentro de la estantería e incluso pueden estar accionados por pequeños motores eléctricos para facilitar el movimiento de las cargas en el caso de estanterías de gran profundidad. En los extremos de estos caminos de rodillos se han de disponer unos topes o frenos mecánicos para evitar que las cargas puedan llegar a salirse de las estanterías.

Existen igualmente dos tipos de estanterías dinámicas, que son:

- Estanterías dinámicas de acuerdo con el principio Lifo (el último que entra es el primero que sale).
- Estanterías dinámicas Fifo (el primero que entra es el primero que sale).

Las estanterías dinámicas Lifo se construyen apoyadas sobre una pared y son cargadas por el frente, empujando la carga anteriormente introducida con la que se quiere introducir en ese momento.

Su instalación únicamente requiere, al igual que en los *drive-in*, un pasillo frontal, necesario para la maniobra y circulación de las carretillas.

Las estanterías dinámicas Fifo son cargadas por un extremo y descargadas por el opuesto. Su instalación requerirá pues de la disposición de dos pasillos, uno en cada frente, con el fin de facilitar las maniobras de las carretillas.

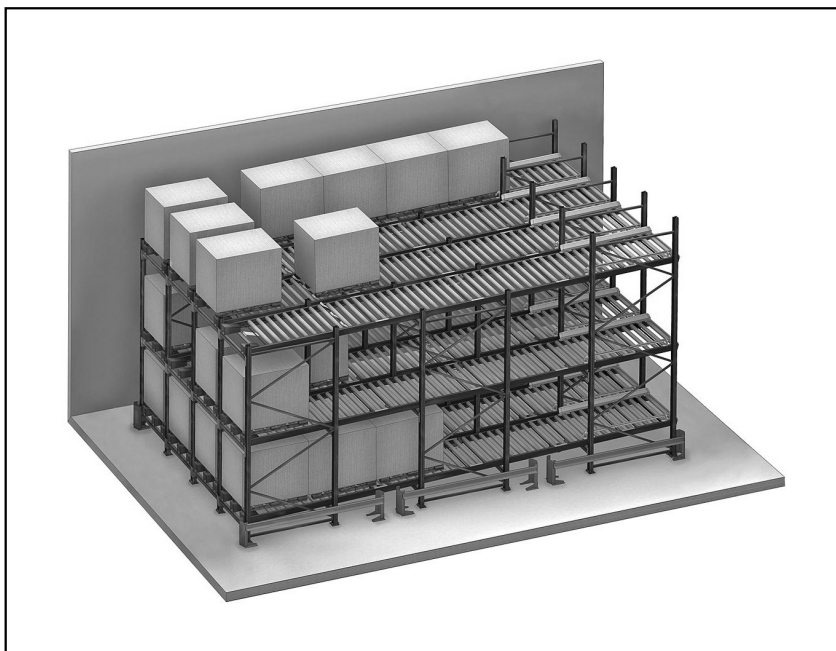


Figura 3.2. Estanterías dinámicas principio Fifo (el primero que entra es el primero que sale). (FUENTE: <http://www.mecalux.es>)

3.6.3. Almacenamiento en bloque mediante estanterías móviles

Las estanterías móviles son muy similares a las clásicas estanterías de paletización. Estas estanterías, en lugar de estar ancladas al suelo, se montan sobre raíles, de forma tal que pueden ser deslizadas sobre ellos para unirlos o separarlos a voluntad.

Con este sistema se obtienen casi todas las ventajas del almacenamiento en forma de bloques, incorporando, además, las ventajas del almacenamiento en estanterías convencionales, en lo que se refiere a accesibilidad individual a cada una de las cargas. Las estanterías se pueden unir unas con otras, formando así un bloque compacto sin pasillos intermedios; e igualmente se pueden separar para tener accesibilidad a la carga que se desee en un momento dado.

Pueden alcanzarse con ellas hasta un ahorro de espacio de un 40% respecto a las estáticas.

El sistema en sí únicamente tiene un inconveniente, y es su alto coste comparativo. Tiene algunas restricciones de aplicación, en cuanto a que no puede sobrepasar alturas de más de 7/8 metros y su capacidad de carga es igualmente limitada.

El movimiento de las estanterías puede ser de dos tipos:

- Manual.
- Eléctrico.

En las estanterías móviles, con accionamiento manual, éste se realiza por medio de un volante adosado a un lateral de cada una de las estanterías, que a su vez va unido a un sistema de tornillo sin fin, localizado en los raíles, que normalmente se instalan enterrados en el pavimento.

Los sistemas de estanterías móviles con movimiento eléctrico o automático están provistos de motores eléctricos, que pueden ir instalados o bien en las propias estanterías o bien en los raíles; en todos los casos, estos motores accionan un sistema de tornillo sin fin que es el que produce el movimiento de las estanterías.



Figura 3.3. Almacenamiento en bloque mediante estanterías móviles. (FUENTE: <http://www.permar.com.>)

3.6.4. Almacenamiento con pasillos, utilizando carretillas elevadoras contrapesadas

Una carretilla elevadora contrapesada (véase figura 2.8) utiliza para el apilado un pasillo igual a su radio de giro, más la distancia desde su punto de giro hasta el extremo más saliente de la carga, más el margen de seguridad, que como siempre estableceremos en 100 mm como mínimo a cada lado.

Es, de todos los elementos mecánicos que pueden ser utilizados en un almacén, el de peor aprovechamiento del espacio disponible.

3.6.5. Almacenamiento con pasillos, utilizando carretillas de horquillas retráctiles

Las carretillas con horquillas retráctiles (véase figura 2.9) tienen la facultad de que las horquillas pueden ser extendidas o recogidas, retrayéndose sobre sí mismas, con lo cual logran reducir el pasillo de apilado considerablemente.

El pasillo de trabajo/maniobra que necesitan este tipo de máquinas está definido por su radio de giro, más la distancia desde el punto de giro de la carretilla hasta el extremo más saliente de la carga, medido cuando las horquillas están retraídas e incrementado en 100 mm, como mínimo, a cada lado.

3.6.6. Almacenamiento con pasillos, utilizando apiladores

Los apiladores (véase figura 2.7) son máquinas generalmente de poca capacidad de carga y poca altura de elevación; esta ligereza les confiere unas dimensiones bastante reducidas, y eso, unido a su configuración, una mezcla entre transpaleta autopropulsada y la carretilla de mástil retráctil, hace que en las de conductor sentado su radio de giro sea bastante pequeño y que, por tanto, el pasillo que necesitan para el apilado sea estrecho.

Al igual que en las carretillas retráctiles, el pasillo de apilado se calcula sumando al radio de giro la distancia desde el punto de giro hasta la parte más saliente de la carga y añadiendo 100 mm a cada lado de margen de seguridad.

Los apiladores de conductor acompañante necesitan para maniobrar que el timón de mando esté en una posición distinta de la totalmente vertical, a lo cual hay que añadir un espacio suficiente para que el operador se desenvuelva con seguridad.

Así pues, para el cálculo del pasillo necesario para este tipo de máquinas habrá que sumar: el radio de giro, la distancia del punto de giro al más distante de la carga, los 100 mm a cada lado de margen de seguridad y 500 mm para el desenvolvimiento seguro del operador.

3.6.7. Almacenamiento con pasillos, utilizando carretillas trilaterales

El uso de carretillas trilaterales produce excelentes resultados a la hora de aprovechar adecuadamente la superficie disponible.

Las carretillas trilaterales son vehículos especialmente concebidos para el trabajo con pasillos estrechos, y su optimización se consigue por el uso del denominado cabezal trilateral (véase figura 2.10).

Estas carretillas, para su trabajo, utilizan igualmente estanterías convencionales, adosadas dos a dos, con un ancho del pasillo intermedio igual al de la carga más el ancho del cabezal desplazable y, como siempre, un margen de seguridad que debe estar en torno a los 100 mm a cada lado.

3.6.8. Almacenamiento con pasillos, utilizando transelevadores

El transelevador es el sistema que mejores resultados ofrece en la óptima utilización de la superficie disponible y manteniendo una accesibilidad máxima a todas las cargas (véase figuras 2.31, 2.32 y 2.33).

Los transelevadores utilizan, preferentemente, estanterías convencionales de paletización, adosadas de dos en dos, de forma que entre cada pareja de estanterías queda un pasillo, el cual es utilizado por el transelevador para trasladarse entre ellas.

El transelevador necesita para su movimiento un pasillo de tan sólo el ancho de la carga que transporta más unos pocos milímetros, generalmente 100 a cada lado, para permitir el paso holgado de la carga dentro del pasillo. El margen en altura entre la carga y el siguiente nivel deberá ser, como en todos los casos anteriores, no inferior a 150 mm.

3.6.9. Almacenaje automatizado

Consiste en la utilización de elementos automáticos (transelevadores y periféricos) que se encargan de la colocación y extracción de las cargas almacenadas en estanterías, con ciclos de extracción y estiba adecuados a las necesidades de los flujos, o bien a petición del preparador. Tienen su propio programa de gestión y se comunican con el sistema informático de la empresa, de donde se recogen las necesidades de entrada y salidas del almacén, haciendo posible que el producto vaya al preparador y a continuación la caja sea devuelta a su lugar en la estantería.

El puesto de trabajo, situado al final del pasillo, puede estar equipado con todas las comodidades para optimizar el rendimiento del preparador: terminal, impresora, escáner, cajas, bolsas, etc. (véase figura 3.4).

3.7. ORGANIZACIÓN DEL ALMACÉN

La organización eficiente de un almacén se basa en conseguir principalmente:

- Maximizar el volumen de que disponemos (m^3).
- Minimizar las operaciones de manipulación y transporte interno.



Figura 3.4. Almacenaje automatizado (J7).

Hemos de tener en cuenta las *características de los productos almacenados*, así como conceptos fundamentales en la organización de un almacén como el *sistema de ubicación*, la *frecuencia de salidas* y la *rotación*.

3.7.1. Características de los productos almacenados

Para una correcta gestión de un almacén, es necesario realizar un análisis de las características físicas de los productos y el comportamiento de su demanda, que son los factores más importantes a la hora de establecer el diseño y organización de un almacén.

Debemos prestar atención a las siguientes características:

- a) Características físicas del producto:
 - Volumen y peso.
 - Modelo estándar de empaquetado.
 - Fragilidad y resistencia a la hora de apilarlo.
 - Peligrosidad.
 - Condiciones ambientales requeridas.

- b) Caducidad y obsolescencia:
 - Productos de larga duración.
 - Productos perecederos.
 - Productos de caducidad fija.
 - Productos con alto riesgo de obsolescencia.
- c) Operatividad:
 - Condiciones de seguridad ante robos.
 - Sistema de codificación.
 - Unidad de manipulación: caminos de rodillos, cintas transportadoras, carretillas, etc.
 - Unidad mínima de ventas.
 - Utilización de sistemas Lifo, Fifo para automatizar el proceso.
 - Necesidad de reacondicionamiento del producto.
- d) Características de su demanda:
 - Artículos de alta o baja rotación.
 - Artículos estacionales.
 - Artículos de alto o bajo coste.
 - Prioridades del servicio.

3.7.2. Sistema de ubicación

Las mercancías se pueden almacenar de las siguientes formas:

- *Almacenamiento en posición fija*: se le conoce también como «almacenamiento ordenado»; en él cada producto ocupa una posición permanente de modo que, si no hay stock, el hueco queda vacío pero reservado a la siguiente remesa de este producto.

Debe contemplarse una cierta flexibilidad, en especial en los productos cuyas ventas son de tipo estacional.

Tiene la ventaja de un más fácil control del stock, y el inconveniente de un menor grado de aprovechamiento de la ocupación.
- *Almacenamiento en posición aleatoria*: se le conoce también como «almacenamiento desordenado»; en él cada producto se coloca en cualquier hueco vacío dentro del área asignada. Se puede cambiar la posición en función del espacio disponible.

Tiene la ventaja de una gran flexibilidad y buen aprovechamiento de los huecos, y el inconveniente de un más difícil control del stock.

3.7.3. Frecuencia de salidas

En el caso de entregas de productos a clientes, también es de aplicación el principio de Pareto, que aplicado a este caso diría «hay un 20% de los productos que representan el 80% del volumen de manipulación mientras que el otro 80% no representa más de un 20% del total de las manipulaciones».

Se utiliza el conocido *análisis ABC* para clasificar los productos en función de su frecuencia de salida.

Los productos se pueden clasificar en tres grupos:

- **A**: artículos con frecuencia de salida alta, también llamados *fast-movers*.
- **B**: artículos con frecuencia de salida media.
- **C**: artículos con frecuencia de salida baja, también llamados *slow-movers*.

Aproximadamente se da que los productos:

- **A**: representan el 10% del número de referencias y suponen el 75% de las salidas.
- **B**: representan el 25% del número de referencias y suponen el 20% de las salidas.
- **C**: representan el 65% del número de referencias y suponen el 5% de las salidas.

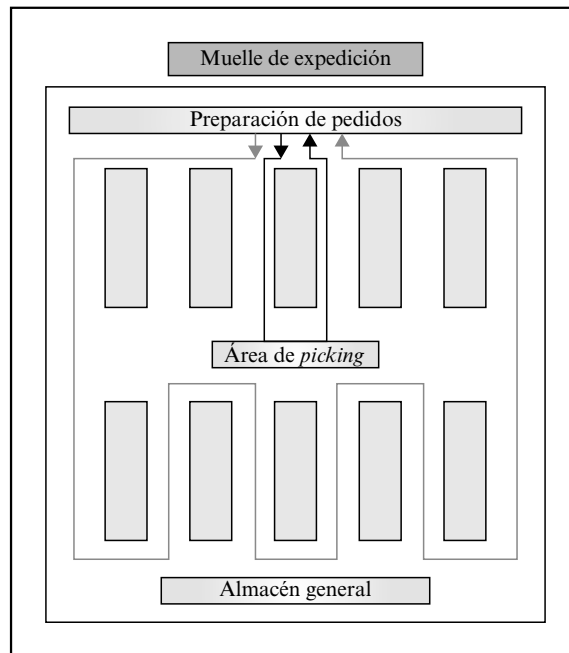


Figura 3.5. Distribución en función de la frecuencia de salidas.

En función de esto podemos dividir el almacén en dos zonas:

- *Almacén general*: donde quedan almacenados los productos clasificados **B** en las zonas más cercanas y accesibles, y los del grupo **C**, en las zonas más alejadas y de más difícil acceso.
- *Áreas de picking*: donde quedan almacenados los productos clasificados **A** en una zona junto a la de preparación de pedidos y muy accesibles.

La idea sería situar las áreas de *picking* también cercanas a las zonas de expedición con el objetivo de conseguir el mayor ahorro de tiempo posible tanto en la *preparación de pedidos* como en el *transporte interno* del almacén.

En estas áreas de *picking* también pueden organizarse *circuitos cortos* de manera que con un corto desplazamiento se accedería a todos los productos que muy frecuentemente se suelen servir en un mismo pedido.

En los almacenes de distribución en que la frecuencia de salidas de los diferentes productos varía notablemente en función de la época del año (por ejemplo, primavera-verano respecto a otoño-invierno), convendría reconsiderar la conveniencia de calcular el *ABC* de salidas por separado para ambas épocas y reubicar los productos, con lo que podrían reducirse notablemente los tiempos de *picking*. A esto se le conoce como «cálculo dinámico».

3.7.4. Rotación

En general es muy importante en un almacén que los productos que entraron primero salgan antes que los que se recibieron después.

En la figura pueden verse algunos sistemas para conseguirlo.

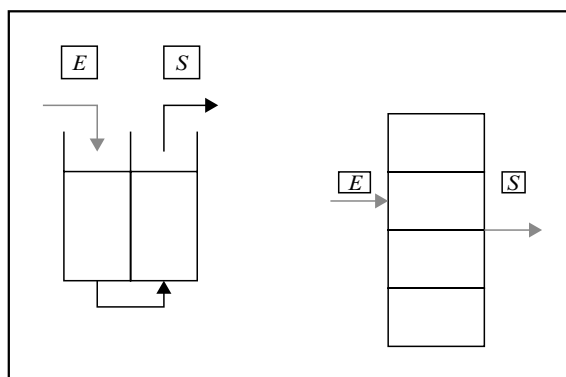


Figura 3.6. Sistemas de rotación.

3.8. PREPARACIÓN DE PEDIDOS

La preparación de pedidos se puede realizar de muy diversas maneras. Una de ellas es el método llamado **multitanda o método uno-varios**. Con este método un solo preparador se encarga de preparar diferentes pedidos dentro de una misma área determinada. El preparador prepara tantas cajas vacías como pedidos de cliente debe atender en una tanda. Cada vez que realiza el *picking* de un artículo, lo reparte en cada una de las cajas con la cantidad requerida en cada pedido. Una vez terminado el pedido o la caja, éstas son liberadas de la zona y llevadas a otra zona de *picking* para ser completadas o bien directamente a la zona de expedición.

El modelo **uno-uno**, en contraposición, sería aquel en el que un preparador atiende a un pedido completo recogiendo los diferentes artículos que lo componen de sus respectivas ubicaciones.

Los sistemas ***pick-to-light*** son aquellas que guían visualmente por medio de luces al operario hacia las ubicaciones exactas del almacén donde recoger los artículos del pedido. En cada caso, y en función de la operativa ideada como solución, se empleará una determinada combinación de DPD (*digital picking display*).

Cada ubicación que contiene un tipo de artículo o SKU (*stock keeping unit*) (véase cap. 7, epígrafe 7.2.1) lleva asociado un DPD. El modelo de DPD más habitual incorpora un botón pulsador luminoso que orienta visualmente al operario hacia cada ubicación y le permita confirmar la operación, acompañado de un *display* que indica la cantidad requerida de *picking* para ese artículo. La gama de DPD es muy amplia y variada, desde los modelos más básicos hasta los más completos y especializados. Cuentan con la opción de añadir dispositivos auxiliares que permiten optimizar el uso del sistema e integrar otros elementos (*signal lights*, *intelligent signal towers*, básculas, interfaces variados de escáneres, impresoras, etc.).

Las funcionalidades requeridas al DPD también se ajustan a las necesidades de cada almacén y tipo de solución: modelos configurables con o sin dígitos, sonidos, parpadeos y luces de colores, control de inventario a través del DPD, notificación de desviaciones en stock, solicitudes de reposición, *picking* simultáneo de varios operarios, etc. En definitiva, innumerables posibilidades operativas para todo tipo de soluciones.

Aunque el proceso que se sigue es casi siempre muy similar, el *picking* puede estructurarse de numerosas formas en función del número de referencias y la disposición del almacén: la preparación pedido a pedido, varios pedidos simultáneamente o bien el *picking* por pasillos o estaciones de trabajo, donde se va realizando de forma secuencial.

El *picking* se inicia habitualmente con la lectura del código de barras de la caja de pedido, lo que activa la iluminación de los DPD asignados a los artículos que deben picarse, mostrando la cantidad exacta por cada ubicación. En cada *picking* efectuado el operario confirma la operación pulsando el botón confirmador del DPD.

Las aplicaciones del *pick-to-light* son muy variadas; existe una amplia casuística con diferentes sistemas de *picking*, ligados fundamentalmente al *piece picking* (*picking* de piezas), así como al *case picking* (*picking* de cajas). Habitualmente el *pick-to-light* se asocia a aplicaciones con un reducido número de artículos y un elevado volumen de

picks por artículo, aunque su versatilidad permite implantarlo en instalaciones de gran tamaño, con gran cantidad de referencias. Su empleo se centra fundamentalmente en zonas de productos con rotación media/alta.

En comparación con el resto de soluciones de *picking* sin papel, el sistema *pick-to-light* destaca por ser el método de preparación de pedidos más rápido. Iluminando la localización exacta o las localizaciones necesarias, el *pick-to-light* es una de las más rápidas estrategias de *picking* basado en preparaciones realizadas por un operador. En el tiempo que se necesita para interpretar o leer un número de localización de una lista de *picking* con papel el operador del *pick-to-light* ya ha realizado el *pick*. Otras técnicas utilizadas en la preparación de pedidos son: el *picking* por voz (véase 7.3.18) o el *picking* automático (véase 7.3.19).

3.9. INTEGRACIÓN INFORMÁTICA

La disposición del almacén en diferentes zonas de preparación de pedidos exige que se planteen sistemas de integración tanto a nivel físico como informático.

Integración informática de sistemas

La integración informática se realiza a varios niveles:

- a) Conexión SGA con ERP. El almacén operado mediante autómatas es preferible que sea gestionado mediante software propio (SGA sistema de gestión del almacén) (véase 7.3.15) que es necesario conectar con el ERP (véase 7.3.13) de la empresa. En este caso el software del sistema de automatismo es el responsable de la gestión del almacén, dando órdenes directas a los autómatas.
- b) Conexión informática entre todas las zonas del almacén. El SGA debe relacionar todos los puntos de *picking* para permitir que se realicen automáticamente las actualizaciones de stock, el lanzamiento de órdenes de aprovisionamiento entre subalmacenes, la gestión de urgencias, la carga automática de líneas de pedido, etc.
- c) Conexión informática con clientes. La utilización del sistema de EDI (*electronic data interchange*) (véase 7.3.9) es un requisito imprescindible para trabajar con muchas empresas, especialmente con grandes cadenas de distribución.

3.10. INVENTARIO AUTOMÁTICO DE ALMACENES (AUTOMATED WAREHOUSE INVENTORY)

Con esta filosofía de aplicación se pretende que la gestión del stock se realice siempre a tiempo real, automáticamente y evitando errores. Las prácticas que nos

conducen a la consecución de este objetivo mejoran significativamente el control del inventario.

1. Actualización en entradas. En el almacén automático, cuando se recibe una nueva entrada, ésta se escanea y se traspasa a la computadora, actualizándose automáticamente.
2. Actualización en preparaciones. Cuando se preparan los pedidos, los stocks se actualizan automáticamente mediante las confirmaciones que se van realizando de cada una de las referencias picadas.
3. Actualización en expediciones. La emisión del albarán de entrega realizará automáticamente el descuento de stocks del almacén.

3.11. COSTES DE ALMACENAMIENTO

Los costes de almacenamiento se pueden clasificar en tres tipos:

- Los costes de infraestructura son: de tipo financiero, amortizaciones del edificio y sus instalaciones (las que no son de tipo operativo), seguros e impuestos.
- Los costes de gestión son: de tipo financiero, personal indirecto, amortizaciones, material de oficina, electricidad, teléfono.
- Los costes de operación son los debidos al mayor o menor volumen de la actividad:
 - Personal.
 - Materiales.
 - Amortización.
 - Mantenimiento de los equipos.
 - Mantenimiento del stock: financieros, obsolescencia, seguros.

3.11.1. Costes de infraestructura

Al ser costes fijos, cuanto mayor sea el volumen de productos almacenados, menor será el coste por producto.

Ello se consigue mediante:

- Máximo rendimiento volumétrico.
- No dejando huecos vacíos.
- Máxima rotación.

Siendo:

V_t = volumen total edificado.

V_h = volumen de huecos ocupados.

El rendimiento volumétrico será $= V_h/V_t$.

Siendo:

N_h = Número total de huecos.

N_o = Número medio de huecos ocupados.

El rendimiento de huecos será $= N_o/N_h$.

Siendo:

CI = Coste anual de infraestructura.

El coste anual por hueco ocupado será $= CI/N_o$.

El coste de infraestructura por palé pasado por almacén: Cip .

Dependerá del tiempo en que esté almacenado. Si el número de semanas que está almacenado es S , tendremos que **$Cip = CI/N_o \times S/52$.**

Otra forma de calcularlo: **$Cip = CI/N_o \times 1/R$.**

Siendo R = Número de veces al año que un hueco cambia de contenido.

3.11.2. Costes de gestión

Los costes de gestión unos son fijos y otros variables.

Llamando:

C_g = Costes de gestión anual.

A = Número de operaciones administrativas al año.

El coste medio de una operación será $= C_g/A$.

Llamando O_a al valor de una transacción, el incremento porcentual del coste medio de una operación debido a los costes de gestión será $= (C_g/A/O_a) \times 100$.

3.11.3. Costes de operación

Los costes de operación son la suma de los debidos al *mantenimiento del stock* y los debidos al *mayor o menor volumen de la actividad*: mantenimiento y amortización

de los equipos, materiales, pero sobre todo personal para la descarga, preparación de pedidos y carga, lo cual está influido por:

- Distribución en planta del almacén.
- El sistema de almacenamiento.

Mantenimiento del stock:

Llamando:

C = Capital medio anual invertido en stock.

I = Tasa de interés de posesión de stocks.

S = Número de semanas de permanencia en stock.

Cs = Coste del stock por palé pasado por el almacén.

$$Cs = C \times I / No \times S / 52 \text{ o bien } Cs = C \times I / No R$$

3.12. RATIO DE APROVECHAMIENTO DE UN ALMACÉN

Ratio de aprovechamiento de la superficie = $a_1 \times b_1 / A \times B$.

Ratio de aprovechamiento del volumen = $a_1 \times b_1 \times H_1 / A \times B \times H$.

Ratio de aprovechamiento del almacén = $n(a_1 \times b_1 \times H_1) / A \times B \times H$.

Siendo n = Factor de ocupación real de la estantería.

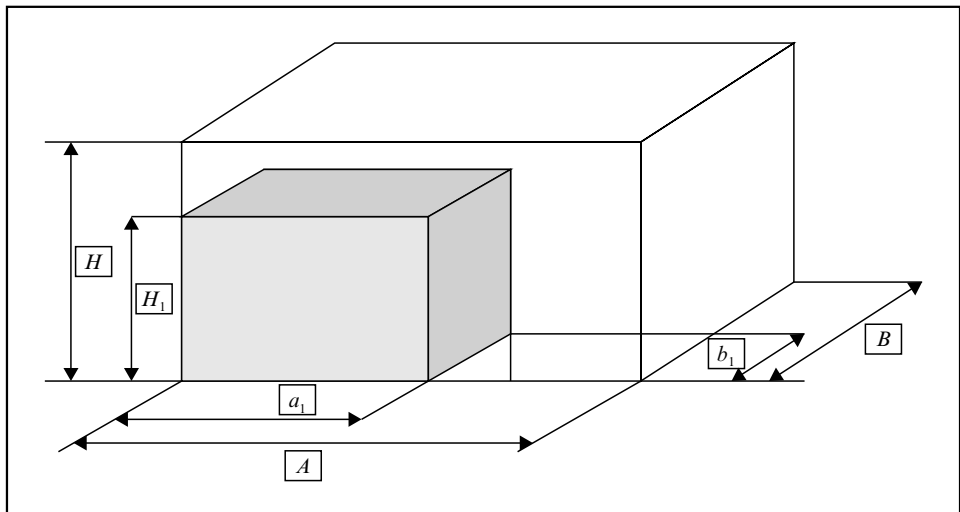


Figura 3.7. Ratio de aprovechamiento de un almacén.

3.13. CENTROS DE CONSOLIDACIÓN (CDC)

También llamados almacenes reguladores o bases avanzadas.

Los centros de consolidación son almacenes destinados a almacenar un cierto stock de seguridad, junto al cliente. La tendencia desde hace unos años es a que el centro de consolidación sea gestionado por una tercera parte, que es pagada por el cliente o por el proveedor. Los costes se incluyen en el precio pieza, o se pagan independientemente, en función de lo estipulado contractualmente. También es posible que el centro de consolidación sea gestionado por el cliente o, en otros casos, por el proveedor.

La existencia de un centro de consolidación implica la mayoría de veces que las piezas enviadas desde el proveedor hasta el centro de consolidación podrán ser facturadas sólo cuando sean retiradas del centro de consolidación.

En España son ejemplos conocidos en el sector del automóvil los siguientes: TNT, MAVIVA, GEODIS TEISA, SGL, AR AIPESA.

En general, las empresas con centros de consolidación a su cargo desarrollan otras funciones:

- Aprovechamiento a centros de producción.
- Almacenaje.
- Gestión de stocks.
- Preparación de pedidos.
- Operaciones de valor añadido: *picking*, *packing*, ensamblajes, suministros *kanban*, suministros JIT, suministros sincro.
- Transporte y distribución.
- Servicios de consultoría logística.
- Servicios de logística integral y *outsourcing*.
- Gestión y limpieza de embalajes retornables

3.13.1. Retiradas del centro de consolidación

El intercambio electrónico de datos (EDI, véase 7.3.9) facilita la gestión de las retiradas efectuadas en el centro de consolidación. XPPS (véase 7.3.14) integra varios formatos de mensajes de retirada o informe de stocks: STOACT (norma OOETTE), VOA4913 (norma VOA), INVRPT (Inventory Report de norma EOIFACT).

Las retiradas de stock del centro de consolidación generan registros de facturación en el buzón de desbloqueo manual de facturas, o registros de facturación listos para ser facturados directamente.

3.13.2. Tipos de gestión de un CDC

A nivel logístico, se han establecido dos tipos de gestión para los centros de consolidación:

- Proceso normal. Gestión del CDC por parte de proveedor. Es la gestión adoptada por la mayoría de clientes del sector automoción. Las existencias son consideradas no entregadas al cliente, y el pedido de cliente no se rebaja, puesto que no constará como entregado hasta que sea retirado del CDC. Las retiradas en el CDC activan la facturación.
- Proceso especial. SEAT fue el cliente que definió hace unos años un «proceso especial» para sus centros de consolidación, y después otros fabricantes se han añadido a este tipo de gestión. Las existencias en el CDC son consideradas ya entregadas al cliente, es decir, cuando se envían los programas de suministro al proveedor, las existencias en el CDC cuentan como entregadas. Por tanto, los programas de suministro consisten en *programas de suministro al CDC*, no al cliente. El cliente informa en el mensaje EDI de la última retirada que ha realizado en el CDC (número de albarán de retirada), no del último envío que el proveedor le ha hecho. Quiere esto decir que el cliente pide con el objeto de mantener un determinado nivel de existencias en el centro de consolidación, que es la base de su aprovisionamiento. Cuando el proveedor, realiza un envío al CDC, el pedido de cliente se rebaja, puesto que ya cuenta como entregado al cliente. A pesar de todo esto, el proveedor puede hacer un seguimiento de las existencias en el CDC, dado que tanto las entradas como las salidas del CDC quedan registradas en XPPS: las entradas a través de los envíos al CDC, y las salidas mediante los informes de retirada de stock remitidos por el cliente. Este proceso tiene en común con el proceso normal el hecho de que la facturación sólo se activa una vez que las piezas son retiradas del CDC por el cliente.

3.13.3. Áreas de consolidación

En ocasiones el cliente establece dentro de sus instalaciones áreas de consolidación. No son almacenes propiamente dichos, pero, en definitiva, funcionan como centros de consolidación. En España Mercedes Benz Vitoria y Nissan (con algunos productos) son ejemplos de ello.

RESUMEN

- En una empresa industrial, los almacenes de materias primas y componentes se hacen necesarios debido a las diferencias entre el ritmo de aprovisionamiento y el de producción; asimismo los almacenes de productos acabados son necesarios cuando el ritmo de producción es menor que el ritmo de ventas.
- Los almacenes que hay en una empresa *industrial* son de varios tipos, tales como los de: materias primas, componentes, acabados, útiles y herramientas, piezas para reparación de las máquinas e instalaciones y general.
 - Además de los almacenes que hay en una empresa industrial, hay almacenes de *distribución*; puede ser un almacén central único o bien, al margen de éste, contar con otros regionales localizados en distintas zonas geográficas, cercanas a los puntos de consumo.
 - La adecuada localización de un almacén central de distribución es un problema importante al diseñar la cadena de suministro. Se presenta este problema cuando queremos determinar la ubicación de un almacén único que sirva de la manera más económica a una serie de clientes cuya ubicación está prefijada.
 - Existen diversos métodos de localización tales como el del centro de gravedad y el numérico analítico.
 - El método del centro de gravedad sirve para facilitar una solución inicial, que después, con el método numérico analítico, puede ser mejorada.
 - Los aspectos a tener en cuenta en la implantación de un almacén de distribución son: elección del emplazamiento, coste de la construcción, funcionalidad, dimensiones y forma y mantenimiento.
 - Las diferentes áreas de trabajo en un almacén son: área de recepción de mercancías, área de almacenaje, área de preparación de pedidos y área de expedición.
- Uno de los aspectos más importantes para la elección del sistema de almacenaje adecuado consiste precisamente en conseguir una óptima utilización del espacio disponible.
- Para lograr una optimización de uso del espacio disponible, éste debe ser analizado previamente mediante la utilización de los dos parámetros que lo definen: superficie y volumen.
- Se define como superficie de almacenaje la que destinamos en un almacén, expresada en metros cuadrados, para ser utilizada exclusivamente como depósito de las mercancías; en general se obtendrá restando a la superficie total edificada las zonas destinadas a recepción, preparación de pedidos y expedición.
- Métodos de almacenaje basados en la optimización de la superficie utilizada.

Almacenamiento: en bloque compacto, en bloque sobre estanterías, en bloque mediante estanterías móviles, con pasillos utilizando estanterías convencionales y carretillas elevadoras contrapesadas, con pasillos utilizando carretillas elevadoras retráctiles, con pasillos utilizando apiladores, con pasillos utilizando carretillas trilaterales, con pasillos utilizando transelevadores, automatizado.
- Almacenamiento en bloque compacto. Es el único sistema que permite un llenado al 100% de un almacén; en este sistema las mercancías se apilan unas junto a otras, sin dejar espacios intermedios. Se constituyen una serie de tantos bloques como productos diferentes se deben almacenar. Algunos ejemplos de utilización de este sistema pueden ser:

almacenes de bebidas, de leche envasada.

- Almacenamiento en bloque sobre estanterías. Cuando la resistencia de las cargas es insuficiente para poder efectuar un almacenamiento en bloque, es preciso acudir a la utilización de estanterías. Dos son los tipos de estanterías que se utilizan en el almacenamiento en bloque: *drivers* y dinámicas.
- Las estanterías **drive-in** son aquellas que permiten la entrada de vehículos apiladores o carretillas elevadoras en su interior, de forma tal que la carretilla entra para depositar o tomar la carga en marcha frontal y sale vacío o con la carga en marcha atrás. Su mayor inconveniente radica en que los productos almacenados en ellas tienen que usar el sistema **Lifo**, es decir, **el último que entra es el primero que sale**.
- Las estanterías *drive-throught* son aquellas en que los vehículos apiladores o carretillas elevadoras pueden pasar a su través, de forma que la carga/descarga se puede realizar por ambos extremos. Su ventaja es que facilita la salida de la mercancía respondiendo al sistema **Fifo**, es decir, **el primero que entra es el primero que sale**.
- Las estanterías dinámicas no permiten el paso de las carretillas y, por tanto, deben ser cargadas forzosamente desde el exterior. Las cargas se depositan sobre un camino de rodillos, construido con una inclinación del orden del 2%, que facilita el deslizamiento de las cargas e incluso pueden estar accionados por pequeños motores eléctricos para permitir el movimiento de las cargas en el caso de estanterías de gran profundidad. Existen igualmente dos tipos de estanterías dinámicas, las Lifo y las Fifo.
- Almacenamiento en bloque mediante estanterías móviles: las estanterías móviles son muy similares a las clásicas estanterías de paletización. Estas estante-

rías, en lugar de estar ancladas al suelo, se montan sobre raíles, de forma tal que pueden ser deslizadas sobre ellos para unirlos o separarlos a voluntad. El movimiento de las estanterías puede ser de dos tipos: manual y eléctrico.

- Almacenamiento con pasillos, utilizando carretillas elevadoras contrapesadas:

Es, de todos los elementos mecánicos que pueden ser utilizados en un almacén, el que peor aprovechamiento del espacio disponible posee.

- Almacenamiento con pasillos, utilizando carretillas de horquillas retráctiles:

Las carretillas con horquillas retráctiles tienen la facultad de que las horquillas pueden ser extendidas o recogidas, retrayéndose sobre sí mismas, con lo cual logran reducir el pasillo de apilado considerablemente.

- Almacenamiento con pasillos, utilizando apiladores.

Son máquinas generalmente de poca capacidad de carga y poca altura de elevación; esta ligereza les confiere unas dimensiones bastante reducidas, y eso, unido a su configuración, una mezcla entre transpaleta autopropulsada y la carretilla de mástil retráctil, hace que en las de conductor sentado su radio de giro sea bastante pequeño y que, por tanto, el pasillo que necesitan para el apilado sea estrecho.

- Almacenamiento con pasillos, utilizando carretillas trilaterales:

El uso de carretillas trilaterales produce excelentes resultados a la hora de aprovechar adecuadamente la superficie disponible. Las carretillas trilaterales son vehículos especialmente concebidos para el trabajo con pasillos estrechos; su optimización se consigue por el uso del denominado «cabezal trilateral».

- Almacenamiento con pasillos, utilizando transelevadores: el transelevador es el sistema que mejores resultados ofrece en la óptima utilización de la superficie

disponible y manteniendo una accesibilidad máxima a todas las cargas.

- Almacenaje automatizado. Consiste en la utilización de elementos automáticos (transelevadores y periféricos) que se encargan de la colocación y extracción de las cargas almacenadas en estanterías, con ciclos de extracción y estiba adecuados a las necesidades de los flujos, o bien a petición del preparador. Tienen su propio programa de gestión y se comunican con el sistema informático de la empresa, de donde se recogen las necesidades de entrada y salidas del almacén, haciendo posible que el producto vaya al preparador y a continuación la caja sea devuelta a su lugar en la estantería.
- La organización eficiente de un almacén se basa en conseguir principalmente:
 - Maximización del volumen de que disponemos y minimización de las operaciones de manipulación y transporte interno.
- Características de los productos almacenados: los factores más importantes son: características físicas del producto, caducidad y obsolescencia, operatividad y características de su demanda.
- Sistema de ubicación: las mercancías se pueden almacenar en posición fija o en posición aleatoria
- Frecuencia de salidas: los productos se pueden clasificar en tres grupos: A, B, C.

En función de esto podemos dividir el almacén en dos zonas. *Almacén general*: donde quedan almacenados los productos clasificados **B** en las zonas más cercanas y accesibles, y los del grupo **C** en las zonas más alejadas y de más difícil acceso. *Áreas de picking*: donde quedan almacenados los productos clasificados **A** en una zona junto a la de preparación de pedidos y muy accesibles.

- La preparación de pedidos se puede realizar de muy diversas maneras. Una de ellas es el método llamado **multitanda o método uno-varios**. Con este método un solo preparador se encarga de preparar diferentes pedidos dentro de una misma área determinada.

El modelo **uno-uno**, en contraposición, sería aquel en el que un preparador atiende a un pedido completo recogiendo los diferentes artículos que lo componen de sus respectivas ubicaciones.

- Los sistemas **pick-to-light** son aquellos que guían visualmente por medio de luces al operario hacia las ubicaciones exactas del almacén donde recoger los artículos del pedido.

Cada ubicación que contiene un tipo de artículo o SKU (*Stock Keeping Unit*) lleva asociado un DPD. El modelo de DPD más habitual incorpora un botón pulsador luminoso que orienta visualmente al operario hacia cada ubicación y le permite confirmar la operación, acompañado de un *display* que indica la cantidad requerida de *picking* para ese artículo.

- La integración informática se realiza a varios niveles: **conexión SGA con ERP**. El almacén operado mediante autómatas es preferible que sea gestionado mediante software propio (SGA: **sistema de gestión del almacén**), que es necesario conectar con el ERP de la empresa.

Conexión informática entre todas las zonas del almacén. El SGA debe relacionar todos los puntos de *picking* para permitir que se realicen automáticamente las actualizaciones de stock, el lanzamiento de órdenes de aprovisionamiento entre subalmacenes, la gestión de urgencias, la carga automática de líneas de pedido, etc.

Conexión informática con clientes. La utilización del sistema de EDI

(*electronic data interchange*) es un requisito imprescindible para trabajar con muchas empresas, especialmente con grandes cadenas de distribución.

- Inventario automático de almacenes (*automated warehouse inventory*). Con esta filosofía de aplicación se pretende que la gestión del stock se realice siempre a tiempo real, automáticamente y evitando errores.
- Los costes de almacenamiento se pueden clasificar en tres tipos: de infraestructura de gestión, de operación.
- Para medir el grado de aprovechamiento de un almacén se utilizan unas ratios:

el aprovechamiento de superficie, de volumen y del almacén.

- Los centros de consolidación son almacenes destinados a almacenar un cierto stock de seguridad, junto al cliente; las piezas enviadas desde el proveedor hasta el centro de consolidación podrán ser facturadas sólo cuando sean retiradas del centro de consolidación.
- Áreas de consolidación. En ocasiones el cliente establece dentro de sus instalaciones áreas de consolidación. No son almacenes propiamente dichos, pero, en definitiva, funcionan como centros de consolidación.

CUESTIONES

1. Tipos de almacenes en una empresa industrial.
2. Métodos de localización de un almacén central de distribución.
3. Aspectos a tener en cuenta en la implantación de un almacén de distribución.
4. Diferentes áreas de trabajo en un almacén.
- 5.Cuál es el aspecto más importante para la elección del sistema de almacenaje adecuado.
6. Definición de superficie de almacenaje.
7. Métodos de almacenaje basados en la optimización de la superficie utilizada.
8. Describir en qué consisten las estanterías *drive-in*.
9. Describir en qué consisten las estanterías *drive-throught*.
10. Ventajas del uso de carretillas trilaterales.
- 11.Cuál es el sistema de almacenamiento de peor aprovechamiento de la superficie disponible y cuál el mejor.
12. En qué consiste el almacenaje automatizado.
13. En qué se basa la organización eficiente de un almacén.
14. Características de los productos almacenados.
15. Clasificación de los productos por su frecuencia de salidas, descripción de cada una de ellas y porcentajes que suponen.
16. En función de la frecuencia de salidas, el almacén se divide en dos zonas; cuáles son.
17. Métodos utilizados en la preparación de pedidos.
18. En qué consiste el método multibanda.
19. En qué consiste el método uno-uno.
20. En qué consisten los sistemas *pick-to-light*.
21. En qué consiste la conexión SGA con ERP.
22. Clasificación de los costes de almacenamiento.
23. Ratios utilizadas para medir el grado de aprovechamiento de un almacén.
24. En qué consisten los centros de consolidación.
25. En qué consisten las áreas de consolidación.

RESPUESTAS A LAS CUESTIONES

1. Los almacenes que hay en una empresa industrial son de varios tipos, tales como los de materias primas, componentes, acabados, útiles y herramientas, piezas para reparación de las máquinas e instalaciones y general.
2. Existen diversos métodos de localización tales como el del centro de gravedad y el numérico analítico.
3. Los aspectos a tener en cuenta en la implantación de un almacén de distribución son: elección del emplazamiento, coste de la construcción, funcionalidad, dimensiones y forma y mantenimiento.
4. Las diferentes áreas de trabajo en un almacén son: **área de recepción de mercancías, área de almacenaje, área de preparación de pedidos y área de expedición.**
5. Uno de los aspectos más importantes para la elección del sistema de almacenaje adecuado consiste precisamente en conseguir una óptima utilización del espacio disponible.
6. Se define como superficie de almacenaje la que destinamos en un almacén, expresada en metros cuadrados, para ser utilizada exclusivamente como depósito de las mercancías; en general se obtendrá restando a la superficie total edificada las zonas destinadas a recepción, preparación de pedidos y expedición.
7. Almacenamiento: en bloque compacto, en bloque sobre estanterías, en bloque mediante estanterías móviles, con pasillos utilizando estanterías convencionales y carretillas elevadoras contrapesadas, con pasillos utilizando carretillas elevadoras retráctiles, con pasillos utilizando apiladores, con pasillos utilizando carretillas trilaterales, con pasillos utilizando transelevadores, automatizado.
8. Las estanterías *drive-in* son aquellas que permiten la entrada de vehículos apiladores o carretillas elevadoras en su interior, de forma tal que la carretilla entra para depositar o tomar la carga en marcha frontal y sale vacía o con la carga en marcha atrás. Su mayor inconveniente radica en que los productos almacenados en ellas tienen que usar el sistema **Lifo**, es decir, el **último que entra es el primero que sale**.
9. Las estanterías *drive-throught* son aquellas en que los vehículos apiladores o carretillas elevadoras pueden pasar a su través, de forma que la carga/descarga se puede realizar por ambos extremos. Su ventaja es que facilita la salida de la mercancía respondiendo al sistema **Fifo**, es decir, el **primero que entra es el primero que sale**.
10. El uso de carretillas trilaterales produce excelentes resultados a la hora de aprovechar adecuadamente la superficie disponible. Las carretillas trilaterales son vehículos especialmente concebidos para el trabajo con pasillos estrechos, y su optimización se consigue por el uso del denominado «cabezal trilateral».
11. El peor es el de almacenamiento con pasillos utilizando estanterías convencionales y carretillas elevadoras contrapesadas, y el mejor, el de almacenamiento con pasillos estrechos utilizando transelevador.

12. El almacenaje automatizado consiste en la utilización de elementos automáticos (transelevadores y periféricos) que se encargan de la colocación y extracción de las cargas almacenadas en estanterías, con ciclos de extracción y estiba adecuados a las necesidades de los flujos, o bien a petición del preparador. Tienen su propio programa de gestión y se comunican con el sistema informático de la empresa, de donde se recogen las necesidades de entrada y salidas del almacén, haciendo posible que el producto vaya al preparador y a continuación la caja sea devuelta a su lugar en la estantería.
13. La organización eficiente de un almacén se basa en conseguir principalmente: maximización del volumen de que disponemos y minimización de las operaciones de manipulación y transporte interno teniendo en cuenta las características de los productos almacenados.
14. Las características de los productos almacenados son: características físicas del producto, caducidad y obsolescencia, operatividad y características de su demanda.
15. Los productos se pueden clasificar en tres grupos: *A*, *B*, *C*. *A*: artículos con frecuencia de salida alto, también llamados *fast-movers*; *B*: artículos con frecuencia de salida media; *C*: artículos con frecuencia de salida baja, también llamados *slow-movers*. Aproximadamente se da que los productos:
A: representan el 10% del número de referencias y suponen el 75% de las salidas.
B: representan el 25% del número de referencias y suponen el 20% de las salidas.
C: representan el 65% del número de referencias y suponen el 5% de las salidas.
16. Almacén general y **áreas** de *picking*.
17. Método llamado **multitanda o método uno-varios y el método uno-uno**.
18. Con el método **multitanda** un solo preparador se encarga de preparar diferentes pedidos dentro de una misma área determinada. El preparador prepara tantas cajas vacías como pedidos de cliente debe atender en una tanda. Cada vez que realiza el *picking* de un artículo, reparte en cada una de las cajas con la cantidad requerida en cada pedido. Una vez terminado el pedido o la caja, éstas son liberadas de la zona y llevadas a otra zona de *picking* para ser completadas o bien directamente a la zona de expedición.
19. El modelo **uno-uno** es aquel en el que un preparador atiende a un pedido completo recogiendo los diferentes artículos que lo componen de sus respectivas ubicaciones.
20. Los sistemas ***pick-to-light*** son aquellos que guían visualmente por medio de luces al operario hacia las ubicaciones exactas del almacén donde recoger los artículos del pedido.
21. El almacén operado mediante autómatas es preferible que sea gestionado mediante software propio (SGA: sistema de gestión del almacén), que es necesario conectar con el ERP de la empresa. En este caso el *software* del sistema de automatismo es el responsable de la gestión del almacén, dando órdenes directas a los autómatas.
22. Los costes de almacenamiento se pueden clasificar en tres tipos: de infraestructura, de gestión, de operación.
23. Para medir el grado de aprovechamiento de un almacén se utilizan unas ratios: el aprovechamiento de superficie, de volumen y del almacén.

24. Los centros de consolidación son almacenes destinados a almacenar un cierto stock de seguridad, junto al cliente; las piezas enviadas desde el proveedor hasta el centro de consolidación podrán ser facturadas sólo cuando sean retiradas del centro de consolidación.
25. Áreas de consolidación. En ocasiones el cliente establece dentro de sus instalaciones áreas de consolidación. No son almacenes propiamente dichos, pero, en definitiva, funcionan como centros de consolidación.

4

Control y gestión de stocks

Después de leer este capítulo usted deberá:

- Definir lo que es el coste de posesión de stocks anual.
- Definir lo que es el coste de adquisición anual de los pedidos.
- Definir lote económico.
- Aplicar la fórmula del lote económico.
- Definir punto de pedido.
- Aplicar la fórmula del punto de pedido.
- Definir el stock de seguridad.
- Aplicar la determinación del stock de seguridad.
- Definir qué es el diagrama ABC.
- Clasificar los artículos en los grupos A, B, C.
- Calcular el período de revisión en el aprovisionamiento en fechas fijas.

4.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo veremos el enfoque clásico de cómo controlar y gestionar los stocks, que era el único sistema utilizado hasta la aparición del MRP.

En la actualidad, el enfoque clásico lo siguen empleando empresas en el caso en que la demanda es independiente, es decir, de productos terminados o recambios que demanda el mercado. También en los casos de demanda dependiente de componentes que son comunes a muchos productos ya que así se simplifica respecto a la utilización de MRP.

Con el sistema MRP* las órdenes de fabricación y compras de los componentes requeridos para el montaje de los productos dependen de las cantidades a montar de éstos y de la fecha de inicio de montaje, así como de los plazos de fabricación y aprovi-

* Véase Velasco Sánchez, J. y Campins Masriera, J. A., *Gestión de la producción en la empresa. Planificación, programación y control*, 2013, Madrid: Pirámide.

sionamiento, determinándose cuándo debe efectuarse el lanzamiento de las órdenes de fabricación y de los pedidos.

En cuanto a la cantidad a lanzar, comentamos diversas técnicas de lotificación tales como: pedidos lote a lote, mínimo coste unitario, mínimo coste total, lote económico, método de Silver Meal, máximos y mínimos y múltiplos, técnicas en general basadas en los conceptos clásicos que veremos en este capítulo.

4.2. TIPOS DE COSTES DE LOS STOCKS

El material comprado por la empresa tiene tres clases de costes:

- Coste de la compra.
- Coste de posesión del stock.
- Coste de adquisición del stock.

El coste de la **compra** es lo que se paga al proveedor por el suministro de la mercancía.

El coste de **posesión de stocks** es lo que le cuesta a la empresa mantener el stock y será tanto mayor cuanto mayor sea éste, así como también dependerá del tipo de interés bancario del dinero, del espacio ocupado, primas de seguros, personal utilizado, posibilidad de deterioro de los materiales, obsolescencia, etc.

El coste de **adquisición** de un pedido son todos los costes que comporta el poder disponer del material correspondiente, incluye:

- Personal que detecta la falta de material.
- Personal de compras.
- Personal de aprovisionamiento.
- Personal de recepción.
- Personal de control de calidad de entrada.
- Personal de almacén.

El coste anual de adquisición será tanto mayor cuanto mayor sea el número de pedidos realizados.

Si para cubrir las necesidades de todo el año hacemos un determinado número de pedidos, el coste total de adquisición anual quedará multiplicado por dicho número. Bajo este punto de vista, lo conveniente sería pedir todas las piezas que necesitamos de una sola vez al año, pero esto supone unos gastos de posesión de stocks muy grandes.

4.3. GRÁFICA DE VARIACIÓN DE LAS EXISTENCIAS

Veamos gráficamente cómo varían los stocks suponiendo en principio un consumo uniforme.

En unos ejes de coordenadas, representamos en el eje de las X los meses del año y en el eje de las Y las existencias (véase figura 4.1).

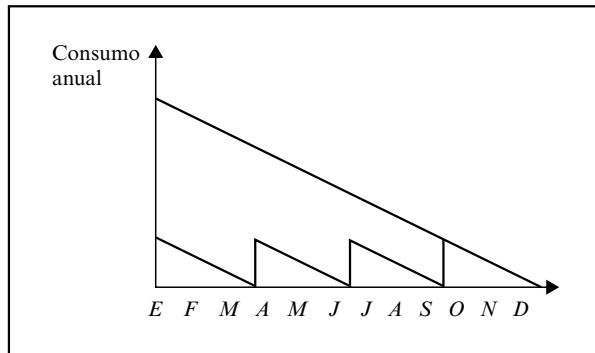


Figura 4.1. Evolución del stock a lo largo del tiempo.

Supongamos que hacemos un solo pedido que nos llega a primeros de año para cubrir el consumo anual previsto.

La hipotenusa del triángulo mayor nos representa cómo van variando las existencias conforme avanza el año, de forma que al final del año las existencias son cero y, por tanto, el stock medio habrá sido igual a la mitad del consumo anual previsto (S).

Si hacemos pedidos semestrales, el stock medio sería la mitad, y en el caso de pedidos trimestrales, los stocks serían la cuarta parte, los costes de adquisición cuatro veces mayores, y existirían cuatro riesgos de rotura de stocks.

Se trata de determinar la cantidad de pedidos a emitir en el año, de manera que la suma de los costes de posesión y de adquisición sean mínimos y además evitar la rotura de stocks.

En la gráfica se ha supuesto que los pedidos llegan en el mismo instante en que se piden y que el consumo es uniforme, pero esto en la práctica no ocurre, por lo que los pedidos deben cursarse con el tiempo suficiente para que el proveedor pueda suministrarlos y disponer de un stock de seguridad para cubrir, con una cierta probabilidad, el no quedarnos sin stock, aquellos períodos en que la demanda sea superior a lo esperado o bien que el proveedor se atrase en la entrega.

4.4. STOCK DE SEGURIDAD Y PUNTO DE PEDIDO

El stock de seguridad es necesario por dos conceptos:

- Ritmo de consumo superior al normal.
- Plazo de aprovisionamiento superior al normal.

Se tiene que determinar qué valor ha de tener el stock de seguridad, cuándo realizar el pedido y la cantidad a pedir cada vez que se necesite.

Como puede verse en la figura 4.2, puede ocurrir que desde que se emite el pedido (punto A) hasta que se recibe el consumo diario, en lugar de ser a un ritmo normal, podría serlo con una cierta probabilidad a un ritmo máximo, con lo que nos quedaríamos sin stock; por ello, para evitar con una cierta probabilidad quedarnos sin stocks debemos tener el de seguridad.

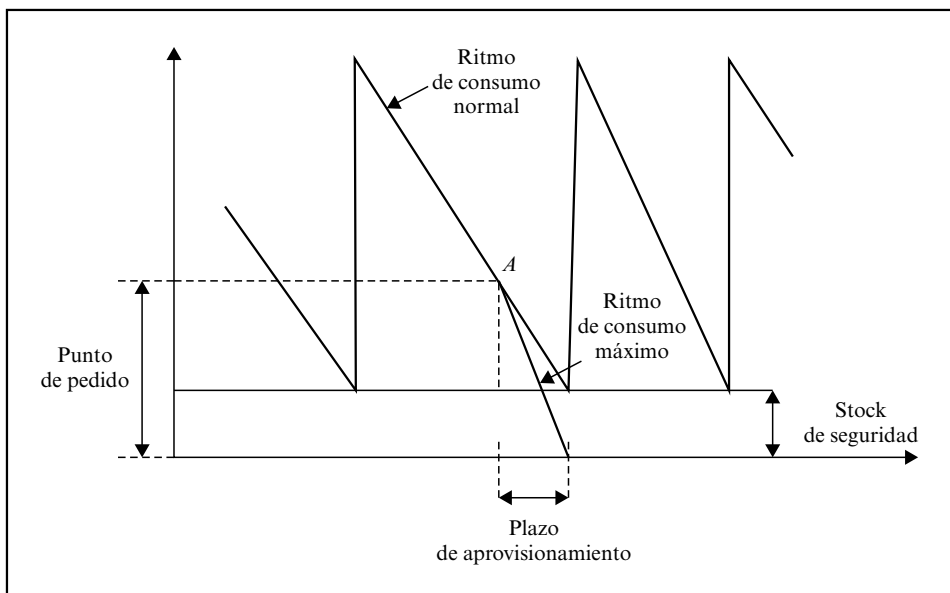


Figura 4.2. Determinación del punto de pedido.

El stock de seguridad para un 95% de probabilidades de no romper stocks podría determinarse mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Stock seguridad} = 2\sigma \times Cn \times ta$$

Siendo:

Cn : El consumo medio diario.

ta : El tiempo de aprovisionamiento en días.

σ : La variabilidad del consumo en tanto por uno.

Al final del capítulo puede verse un ejemplo de determinación del stock de seguridad.

El punto de pedido, como puede verse en la gráfica, representa la existencia llegada a la cual debe emitirse el pedido y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Punto de pedido} = \text{Stock de seguridad} + (\text{consumo normal} \times \text{plazo aprovisionamiento})$$

4.5. DETERMINACIÓN DEL LOTE ECONÓMICO

Como ya vimos en los apartados anteriores, el coste anual de adquisición será tanto mayor cuanto mayor sea el número de pedidos realizados, y el coste de posesión de stocks, tanto mayor cuanto mayor sea la cantidad pedida (o lo que es lo mismo menos pedidos hagamos para cubrir las necesidades).

Se trata de determinar la cantidad a pedir cada vez, de manera que la suma de los costes de posesión y de adquisición sean mínimos.

Llamaremos:

S : Consumo anual (en unidades).

u : Precio unitario de la pieza (de compra).

G : Gasto de adquisición por pedido.

T : Tasa del coste de posesión de stock (en tanto por uno); lo componen: interés bancario del dinero, seguros e impuestos, espacio ocupado, personal y gasto de almacén, mermas, depreciación.

Ca : Coste de adquisición anual.

Cp : Coste de posesión anual.

Qe : Cantidad lote económico).

Así:

$$Ca = G \times \frac{S}{Qe} \quad Cp = \frac{Qe}{2} \times u \times T$$

Se quiere que $Ca + Cp$ sea mínimo, por lo que:

$$Ca + Cp = G \times \frac{S}{Qe} + \frac{Qe}{2} \times uT = Y$$

Para que esta suma sea mínima derivaremos respecto a Qe

$$\frac{dY}{dQe} = \frac{-GS}{Qe^2} + \frac{2uT}{4} = \frac{-GS}{Qe^2} + \frac{uT}{2} = 0, \quad \frac{uT}{2} = \frac{GS}{Qe^2}$$

$$Qe = \sqrt{\frac{2GS}{uT}}$$

Se puede observar que la cantidad a pedir será tanto menor cuanto menor sea el coste de adquisición por pedido y el consumo anual, así como cuanto mayor sea el precio unitario y la tasa de posesión de stocks.

Podemos determinar gráficamente la cantidad del lote económico. Como dijimos anteriormente, la cantidad del lote más económico será aquella en que la suma de $Ca + Cp$ sea mínima.

$$Ca = G \times \frac{S}{Q_e} \text{ que es la ecuación de una parábola equilátera y } Cp = \frac{Q_e}{2} \times u \times T$$

es la ecuación de una recta. Si dibujamos en unos ejes coordenados (véase figura 4.3) ambas ecuaciones, la suma dará una curva, y si desde su mínimo se traza una ordenada, obtendremos en abscisas la cantidad del lote económico Q_e (puede comprobarse que coincide con el punto de corte de la parábola y la recta).

Gráficamente

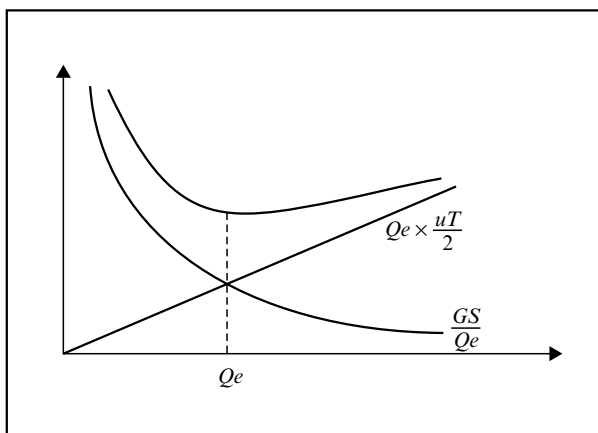


Figura 4.3. Determinación gráfica del lote económico.

4.6. DIAGRAMA ABC

Sirve para analizar la importancia de las piezas en función del volumen económico anual que supone su consumo, ya sean de adquisición externa o fabricadas internamente, y en función de ello controlar las piezas con una u otra técnica de gestión de stocks.

Proceso:

- 1.º Saber el consumo anual de cada pieza y su precio unitario (o su coste directo si es de fabricación interna).
- 2.º Se multiplica el consumo anual de cada pieza por su precio unitario y se obtiene el valor económico del consumo anual.
- 3.º Se ordenan de mayor a menor valor.

En la tabla 4.1 pueden verse ya las referencias ordenadas de mayor a menor valor. Hipótesis: tenemos 200 referencias.

TABLA 4.1
Proceso de cálculo para la realización del ABC

N.º de orden de la referencia	Acumulado en % del n.º de referencias	Valor	Valor acumulado	Acumulado en % del valor
	1	V_1	V_1	$(V_1/V) \times 100 = 18$
4	2	V_4		
6	3	V_6	$V_1 + V_2 + \dots + V_6$	$(V_1 + V_2 + \dots + V_6)/V \times 100 = 45$
20	10	V_{20}	$V_1 + \dots + V_{20}$	75
70	35	V_{70}	$V_1 + \dots + V_{70}$	95
200	100	V_{200}	$V_1 + \dots + V_{200} = V$	100
	Total	V		

Nota: Los valores indicados en la columna 5 son estimados.

- 4.º En la columna 4.ª se indica el valor en acumulado.
- 5.º Finalmente se calcula en porcentaje el acumulado del número de referencias (columna 2) y el acumulado del valor (columna 5).

Una vez que tenemos estos cálculos realizados, representamos en unos ejes coordenados los valores de acumulado en porcentaje de referencias en el eje de las X y los valores de acumulado en porcentaje del valor en el eje de las Y. Unidos los puntos obtenidos con estas coordenadas nos darían una gráfica.

Pueden observarse en la gráfica tres zonas diferenciadas: un tramo recto, una curva y otro tramo recto, los cuales nos determinan las zonas A, B y C.

Los artículos de la zona A son los que se deben controlar mejor ajustando al máximo las existencias, ya que son el 10% de los productos y representan el 75% del total del valor de las compras.

Los artículos de la zona B no requieren ser controlados con el rigor de los de la A, ya que el 25% de los productos representan el 20% de las compras.

Los artículos de la zona C, por su menor importancia, será más económico no controlarlos tan estrictamente, ya que el 65% restante de las referencias sólo suponen el 5% del valor anual de las compras.

4.7. TÉCNICAS DE GESTIÓN EMPLEADAS

Las técnicas de gestión de stocks empleadas para los distintos grupos son las siguientes:

- **Artículos del grupo A:** aprovisionamiento en fechas fijas (técnica clásica) y el sistema «just in time» (JIT) que se verá en el capítulo 7.

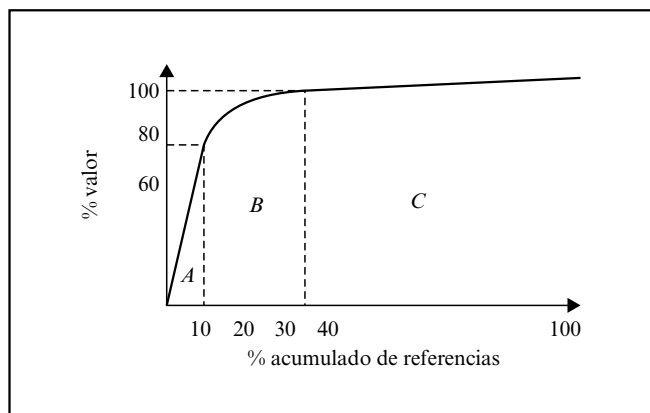


Figura 4.4. Diagrama ABC.

- **Artículos del grupo B:** punto de pedido, lote económico y stock de seguridad, ya vistos en los apartados 4.4, 4.5.
- **Artículos del grupo C:** caja de reserva.

4.7.1. Aprovisionamiento en fechas fijas

El sistema consiste en que a intervalos de tiempo prefijados se revisa la existencia disponible y los pedidos pendientes de recibir, y se pide una cantidad tal que sumada al ser recibida a la disponible no debería sobrepasar un stock máximo prefijado.

Llamemos:

Pr: Período de revisión de existencias.

Emáx: Stock máximo fijado.

ta: Tiempo aprovisionamiento en fracciones de año.

Q: Cantidad a pedir.

Para determinar el período de revisión se parte de la fórmula del lote económico $Qe = \sqrt{\frac{2GS}{uT}}$ y el período de revisión de existencias se calcula así: $Pr = \frac{Qe}{S}$; sustituyendo *Qe* por la expresión anterior tendremos:

$$Pr = \frac{Qe}{S} = \sqrt{\frac{2SG}{S^2uT}} = \sqrt{\frac{2G}{SuT}}$$

La fórmula para determinar la cantidad a pedir será la siguiente:

$$Q = Emáx - [(Exist. + Ped. ptes.) - ta \times S]$$

4.7.2. Caja de reserva

Los artículos del grupo C, al influir tan poco en el inmovilizado, son pedidos en cantidades para varios meses y con la suficiente antelación, ya que sería imperdonable tener paros, por ejemplo en una cadena de montaje, por falta de éstos. La cantidad pedida acostumbra a cubrir las necesidades de unos 2 o 3 meses para aquellos artículos que están más cerca de los del grupo B y una cantidad aproximada para 6 meses para los demás.

Se utiliza la «**caja de reserva**» como indicador para efectuar un nuevo pedido. Este sistema consiste en tener una cantidad en una caja precintada que sólo se abre cuando ya no quedan más existencias. La cantidad es tal que cubre con suficiente holgura las necesidades hasta que llegue el pedido que ahora se cursa. Cuando se abre la caja, en su interior hay un vale que se entrega en compras como indicador de que hay que pedir.

4.8. EJEMPLO DE DETERMINACIÓN DEL STOCK DE SEGURIDAD

Veamos una forma práctica de determinación del stock de seguridad cuando se dispone de la estadística de ventas del producto mes a mes durante varios años.

Caso 1. El valor del coste de rotura puede ser precisado.

Datos: precio unitario $u = 300$ u.m. Margen = 100 u.m. Promedio venta diario = 3 artículos.

Período aprovisionamiento = 3 días. Tasa de posesión de stocks = 15%.

Gastos puesta a punto fabricación especial = 450 u.m.

El **período de revisión es de un mes** o, lo que es lo mismo, se pide 12 veces al año.

Resolución

Calculemos el coste de una rotura de stocks:

Si trabajamos sin stock de seguridad; quedarnos sin stock es entonces cuando realizamos una petición; estaríamos sin vender durante 3 días, y la pérdida del margen de contribución correspondiente sería: $100 \times 3 \times 3 = 900$ u.m.

Se habría de poner en marcha una fabricación especial cuyo coste es de 900 u.m.

El coste de una rotura de stocks sería $R = 900 + 450 = 1.350$ u.m.

Tenemos estadística de ventas de 4 años.

TABLA 4.2

Estadística de ventas mensuales durante cuatro años

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Año 1	110	40	100	50	90	150	50	80	110	160	70	70	1.080
Año 2	60	80	90	60	80	110	90	70	80	190	100	90	1.100
Año 3	110	120	100	50	120	80	40	70	140	100	50	130	1.110
Año 4	70	90	70	90	60	80	90	100	120	110	130	60	1.070

El consumo medio mensual es $[(1.080 + 1.100 + 1.110 + 1.070) : 4] : 12 = 90$

El coste anual probable de rotura de stocks Z1:

$$Z1 = \frac{12 \times R \times F(s)}{P} = \frac{12 \times 1.350 \times F(s)}{1} = 16.200 \times F(s)$$

$P = 1$ (revisión mensual) (En el caso de revisión anual $P = 12$).

El coste anual probable de posesión de stocks, Z2, será:

$$Z2 = T \times u \times Ss = 0,15 \times 300 \times Ss = 45 \times Ss$$

Siendo Ss: Stock de seguridad.

Confeccionamos la Tabla 4.3 de frecuencias de las ventas en orden decreciente.

TABLA 4.3

Tabla para determinar el stock de seguridad más económico

Salidas mensuales por orden decreciente	Frecuencias observadas	Frecuencias observadas acumuladas	Frecuencias observadas acumuladas en % $100 \times F(s)$	Desviación de las salidas respecto a la media Ss: stock seguridad)	Gastos de rotura de stock Z1	Gastos de posesión de stock seguridad Z2	Gastos totales Z1 + Z2
190	1	1	2,1	100	338	4.500	4.838
160	1	2	4,2	70	675	3.150	3.825
150	1	3	6,3	60	1.013	2.700	3.713
140	1	4	8,3	50	1.350	2.250	3.600
130	2	6	12,5	40	2.025	1.800	3.825
120	3	9	18,8	30	3.038	1.350	4.388

TABLA 4.3 (continuación)

Salidas mensuales por orden decreciente	Frecuencias observadas	Frecuencias observadas acumuladas	Frecuencias observadas acumuladas en % $100 \times F(s)$	Desviación de las salidas respecto a la media Ss: stock seguridad)	Gastos de rotura de stock Z1	Gastos de posesión de stock seguridad Z2	Gastos totales Z1 + Z2
110	5	14	29,2	20	4.725	900	5.625
100	5	19	39,6	10	6.413	450	6.863
90	7	26	54,2	0	8.775	0	8.775
80	6	32	66,7	-10	10.800	-450	10.350
70	6	38	79,2	-20	12.825	-900	11.925
60	4	42	87,5	-30	14.175	-1.350	12.825
50	4	46	95,8	-40	15.525	-1.800	13.725
40	2	48	100,0	-50	16.200	-2.250	13.950

En la 3.^a columna, podemos ver que en 48 ocasiones las ventas fueron de 40 unidades o más (como en efecto sucedió), que en 26 ocasiones las ventas fueron de 90 unidades o más, que en 1 ocasión las ventas fueron de 190 unidades o más.

En la 4.^a columna, podemos ver que en el 100% de las ocasiones las ventas fueron de 40 unidades o más, que en el 54,2% de las ocasiones las ventas fueron de 90 unidades o más y que en el 2,1% de las ocasiones las ventas fueron de 190 unidades o más.

En la 5.^a columna podemos ver las desviaciones respecto a 90 (venta media mensual).

En la 6.^a y 7.^a columnas, los cálculos correspondientes de Z1 y Z2.

En la 8.^a y última columna, el coste total de la rotura de stocks.

Puede verse en la tabla que el coste mínimo es el valor 3.600, que corresponde al caso de trabajar con un stock de seguridad de 50. La probabilidad de romper stock podemos ver que es de un 8,3%.

Caso 2. El valor del coste de rotura no puede ser precisado.

Trabajamos con los mismos datos.

Supongamos que fijamos un riesgo de una rotura al año: $F(s) = \frac{1}{12} = 0,083$ que corresponde a un stock de seguridad de 50 unidades.

Para un riesgo de 2 roturas al año: $F(s) = \frac{2}{12} = 0,166$, interpolando en la tabla 4.3

vemos que corresponde a un stock de seguridad de 35 unidades.

Así calcularemos el resto de los valores que figuran en la tabla 4.4.

En la última columna está calculado el coste anual de posesión del stock de seguridad.

TABLA 4.4

Cálculo del coste anual de posesión del stock de seguridad

Número de roturas probables aceptadas por año	Stock de seguridad en cantidad (s)	Coste anual de posesión del stock de seguridad $Z_2 = T \times u \times S$
3	25	1.125
2	35	1.575
1	50	2.250
0,5	70	3.150
0,25	100	4.500

Podemos ver la rapidez con que se incrementaría el coste anual de posesión del stock de seguridad conforme deseáramos disminuir el número de roturas de stock en el año y, a la vista de ello, tomar la decisión más oportuna.

RESUMEN

El material comprado por la empresa tiene tres clases de costes: coste de la compra, coste de posesión del stock y coste de adquisición del stock.

El coste de posesión de stocks anual es lo que le cuesta a la empresa mantener el stock durante un año; será tanto mayor cuanto mayor sea el valor de éste, así como también dependerá del tipo de interés bancario del dinero, del espacio ocupado, primas de seguros, personal utilizado, posibilidad de deterioro de los materiales, obsolescencia, etc.

El coste de adquisición anual de los pedidos son todos los costes que comportan el poder disponer del material correspondiente, incluye: personal que detecta la falta de material, personal de compras, de aprovisionamiento, de recepción, de control de calidad de entrada, de almacén, etc. Será tanto mayor cuantos más pedidos hagamos para cubrir las necesidades del año.

Lote económico será la cantidad a pedir cada vez que se detecte la necesidad, para así conseguir que la suma de los costes de posesión y de adquisición sean mínimos.

La fórmula del lote económico es:

$$Q_e = \sqrt{\frac{2GS}{uT}}$$

El punto de pedido representa la existencia llegada a la cual debe emitirse el pedido y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Stock de seguridad} + (\text{Consumo normal} \times \text{Plazo aprovisionamiento})$$

El stock de seguridad es una cantidad que no se necesita utilizar si el consumo es el normal y no hay retraso en el plazo de entrega, y cubre con una cierta probabilidad el no quedarnos sin stock.

El diagrama ABC sirve para analizar la importancia de las piezas ya sean de adquisición externa o fabricadas internamente (por su volumen, por su precio, etc.), y en función de ello controlar las piezas con una u otra técnica de gestión de stocks.

El proceso para la confección del diagrama ABC es el siguiente: 1.º Saber consumo anual de cada pieza y su precio. 2.º Se multiplica el consumo de cada pieza por su precio. 3.º Se ordenan de mayor a menor valor. Representamos en unos ejes coordinados los valores de acumulado en porcentaje de referencias en el eje de las X y los valores de acumulado en porcentaje del valor en el eje de las Y. Unidos los puntos obtenidos con estas coordenadas nos dará una gráfica.

Los puntos de inflexión de la gráfica nos permiten observar tres partes diferenciadas: un tramo recto, una curva y otro tramo recto, los cuales nos determinan las zonas A, B y C.

Los artículos de la zona A son los que se deben controlar mejor ajustando al máximo las existencias, ya que son el 10% de los productos y representan el 75% del total del valor de las compras.

Los artículos de la zona B no requieren ser controlados con el rigor de los de A ya que el 25% de los productos representan el 20% de las compras.

Los artículos de la zona C, por su menor importancia, no serán controlados tan estrictamente ya que el 65% restante de las referencias sólo suponen el 5% de las compras.

Las técnicas de gestión de stocks empleadas para los distintos grupos son las siguientes:

Artículos del grupo A: Aprovisionamiento en fechas fijas (técnica clásica) y el sistema «just in time» (JIT); artículos del grupo B: punto de pe-

dido, lote económico y stock de seguridad; artículos del grupo C: caja de reserva.

El aprovisionamiento en fechas fijas consiste en que, a intervalos de tiempo prefijados, se revisa la existencia disponible y los pedidos pendientes de recibir y se pide una cantidad tal, que sumada al ser recibida a la disponible no debería sobrepasar un stock máximo prefijado.

El período de revisión en el aprovisionamiento en fechas fijas se determina por la siguiente fórmula:

$$Pr = \sqrt{\frac{2G}{SuT}}$$

La cantidad a pedir en el aprovisionamiento en fechas fijas se determina con la fórmula siguiente:

$$Q = Emáx - [(Exist. + Ped. ptes.) - ta \times S].$$

La «caja de reserva» consiste en tener una cantidad en una caja precintada que sólo se abre cuando ya no quedan más existencias. La cantidad es tal que cubre con suficiente holgura las necesidades hasta que llegue el pedido que ahora se cursa. Cuando se abre la caja, en su interior hay un vale que se entrega en compras como indicador de que hay que pedir.

CUESTIONES

1. Mediante el diagrama *ABC* se determina que, aproximadamente, el porcentaje de referencias compradas al exterior que corresponden al grupo A es de: ... %, y que representan el: ... % del valor total de las compras.
2. Ídem respecto a las del grupo B: ... % de las referencias, ... % del valor total de las compras.
3. Ídem respecto a las del grupo C: ... % de las referencias, ... % del valor total de las compras.
4. Para la gestión clásica de los stocks del grupo A se debe determinar...
5. Las técnicas empleadas para la gestión de los stocks del grupo B son...
6. Las técnicas empleadas para la gestión de los stocks del grupo C son...
7. Explicar los pasos a seguir para realizar un diagrama *ABC*.
8. ¿Qué se conoce como coste de emisión de un pedido? Indicar todos los costes que la componen.
9. ¿Qué se conoce como coste de lanzamiento de una orden de fabricación? Indicar todos los costes que la componen.
10. ¿Qué se conoce como coste de posesión de stock y cómo se calcula?
11. En general, en la gestión de los stocks de lo que se trata es de minimizar la suma de los costes de ... y de ...
12. En la gestión de los artículos de, grupo B, la cantidad llegada a la cual ya hay que emitir el pedido se llama: y la cantidad a pedir se llama...
13. ¿Qué significa el término JIT?
14. El JIT se emplea básicamente para la gestión de los productos del grupo...
15. El consumo anual previsto de una determinada pieza es de 5.000 unidades y su precio de compra unitario 20 u.m. El coste de adquisición por pedido es de 200 u.m., la tasa de posesión de stocks se puede cifrar en un 20%. Calcular: 1.º El coste total anual de posesión y de adquisición en los casos de realizar 1, 3, 6 y 12 pedidos al año. 2.º Indicar qué caso resulta más económico. 3.º Cantidad del lote económico y número de pedidos al año más conveniente.
16. Calcular el stock de seguridad para un 95% de grado de confianza de que no habrá rotura de stocks de un producto cuyo consumo normal diario es de 1.000 unidades, el tiempo de aprovisionamiento 50 días y la variabilidad de la demanda en tanto por uno 0,10.
17. Calcular el punto de pedido de un producto cuyo stock de seguridad es de 300 unidades, su consumo medio diario es de 20 unidades, y el período de aprovisionamiento 30 días.
18. Calcular el punto de pedido de una materia prima cuyo consumo anual es de 6.000 kg, el plazo de aprovisionamiento 2 meses y el stock de seguridad cubre las necesidades de 15 días.

19. De un producto tenemos los siguientes datos: Precio unidad: 10 u.m. Consumo anual: 4.000 unidades. Coste de adquisición por pedido: 500 u.m. Tasa de posesión de stock: 10%.
Calcular: 1.º Lote económico. 2.º Coste de posesión anual del stock.
20. De un producto tenemos los siguientes datos: Precio unidad: 12,5 u.m. Consumo diario: 178 unidades. Plazo de entrega = 7 días. Coste de adquis./pedido: 500 u.m. Coste de almacenamiento = 1,25 u.m./unidad y año. Número de días laborables/año = 360. Stock de seguridad = 600.
Calcular: 1.º Tamaño lote de pedido que minimiza los costes totales de gestión de stocks. 2.º N.º de pedidos a realizar por año. 3.º Punto de pedido. 4.º Coste total anual de la gestión.
21. Determinar el período de revisión y la cantidad a pedir de un producto de grupo A, cuyo consumo anual es de 12.000 piezas, el precio unitario: 2.000 u.m., el tiempo de aprovisionamiento: 18 días, el coste de adquisición por pedido: 500 u.m., y la tasa de posesión de stocks: 0,10. El stock máximo fijado es de 500 piezas. En el momento de realizar el pedido, las existencias más los pedidos pendientes ascienden a 800 piezas.
22. Hallar la cantidad del pedido de compras más económico teniendo en cuenta los descuentos en función de la cantidad del pedido.
La cantidad anual consumida es de 120.000 kg.
El coste de adquisición por pedido: 1.500 u.m.
La tasa de posesión de stocks: 0,15.
Existen cuatro tipos de ofertas. ¿Cuál de las cuatro nos interesa más escoger?

	Cantidad del lote (kg)	Precio/kg
1	5.000	15,5
2	10.000	14,8
3	20.000	14,3
4	40.000	14,2

RESPUESTAS A LAS CUESTIONES

1. 10%; 75%.
2. 25%; 20%.
3. 65%; 5%.
4. El stock máximo, el período de revisión y, llegado el momento, la cantidad a pedir.
5. Punto de pedido, lote económico y stock de seguridad.
6. Caja de reserva.
7. a) Se confecciona una lista con todas las referencias.
b) Se ordenan de mayor a menor valor.
c) Se calcula el valor en acumulado para cada una de las referencias.
d) Se calcula el % que representan respecto al total.

- e) Se calcula el número de referencias en acumulado para cada una de las referencias.
 f) Se calcula el % que representan respecto al total.
 Así se podrá ver que aproximadamente el 10 % de las referencias supone aproximadamente el 75 % del valor total.
8. Es el coste que comporta cada pedido que se emite, a saber:
- Detección de qué es necesario pedir.
 - Confección del pedido.
 - Envío del pedido.
 - Vigilancia de que se cumpla el plazo de entrega.
 - Recepción (descarga, control de cantidad y calidad, transporte interno).
 - Trámite administrativo para el pago al proveedor.
9. Es el coste que comporta cada orden de fabricación que se lanza, a saber:
- Detección de qué es necesario fabricar.
 - Confección de la documentación (vales de materiales, bonos de trabajo...
 - Lanzamiento.
 - Preparación de las máquinas.
 - Vigilancia de que se cumpla el plazo de fabricación.
 - Control de cantidad y calidad.
 - Transporte interno.
10. Coste de posesión de stocks es lo que cuesta mantener el stock y se calcula multiplicando el valor del stock por la tasa de posesión de stock (que tiene en cuenta, además del interés bancario del dinero, el seguro de las mercancías, el riesgo de obsolescencia, espacios...).
11. Emisión (lanzamiento); posesión.
12. Punto de pedido; lote económico.
13. *Just in time* (Justo a tiempo).
14. A.
15. Coste anual de adquisición = $G \times (S : Q) = G \times n$
 Coste anual de posesión = $Q/2 (uT)$

$n = \text{N.º de pedidos al año}$	Cantidad del lote: $Q = S : n$	Coste anual de adquisición = $G \times n$	Coste anual de posesión = $Q/2 (uT)$	Coste total
1	5.000	200	$(5.000)/2 \times (20 \times 0,20) = 10.000$	10.200
3	$5.000 : 3$	$200 \times 3 = 600$	$(5.000 : 3)/2 \times (20 \times 0,20) = 3.333$	3.933
6	$5.000 : 6$	$200 \times 6 = 1.200$	$(5.000 : 6)/2 \times (20 \times 0,20) = 1.666$	2.866
12	$5.000 : 12$	$200 \times 12 = 2.400$	$(5.000 : 12)/2 \times (20 \times 0,20) = 833$	3.233

Puede verse que corresponde a realizar 6 pedidos al año.

$$\text{Lote económico } Q_e = \sqrt{\frac{2GS}{uT}} = \sqrt{\frac{2 \times 20 \times 5.000}{20 \times 0,20}} = 707$$

$$\text{Número de pedidos} = 5.000 : 707 = 7$$

16. Stock de seguridad = $(Cn \times \text{taprov.}) \times 2\sigma = 1.000 \times 50 \times 2 \times 0,10 = 10.000$

17. Pto. de pedido = $(Cn \times ta) + \text{stock de seguridad} = (20 \times 30) + 300 = 900$

18. Pto. de pedido = $(\text{consumo medio} \times \text{plazo aprovis.}) + \text{stock de seguridad} = (6.000/12) \times 2 + (0,5 \times 500) = 1.250 \text{ kg}$

19. 1.º $Qe = \sqrt{\frac{2GS}{uT}} = \sqrt{\frac{2 \times 500 \times 4.000}{1 \times 0,10}} = 2.000$

2.º $Cpos. = (Qe/2) \times u \times T = (2.000/2) \times 1 \times 0,10 = 100$

20. 1.º $Qe = \sqrt{\frac{2GS}{uT}} = \sqrt{\frac{2 \times 500 \times 64.080}{1,25}} = 7.160$

2.º Número pedidos al año = $S/Qe = 64.080/7.160 = 9$

3.º Pto. de pedido $(S \times ta) + \text{stock seguridad} = (178 \times 7 \text{ días}) + 600 = 1.846$

También = $(64.080 \times 7/360) + 600 = 1.846$

4.º $CT = Ca + Cp = 4.500 + 4.475 = 8.975$

$Ca = G \times \text{n.º pedidos al año} = 500 \times 9 = 4.500$

$Cp = (Qe/2) \times u \times T = (7.160/2) \times 1,25 = 4.475$

21. 1.º $Qe = \sqrt{\frac{2 \times 500}{12.000 \times 2.000 \times 0,10}} = 0,020 \text{ años} = 1 \text{ semana}$

2.º $Q = Emáx - (\text{Exist.} + \text{Ped. ptes.}) - ta \times S = 500 - (800 - 18/360 \times 12.000) = 300$

22. $CT = S \times u + (S/Q) \times G + (Q/2) \times u \times T$

$CT_1 = 120.000 \times (15,5 + 1.500/5.000) + (5.000/2) \times 15,5 \times 0,15 = 1.901.813$

$CT_2 = 120.000 \times (14,8 + 1.500/10.000) + (10.000/2) \times 14,8 \times 0,15 = 1.805.000$

$CT_3 = 120.000 \times (14,3 + 1.500/20.000) + (20.000/2) \times 14,3 \times 0,15 = \mathbf{1.746.450}$

$CT_4 = 120.000 \times (14,2 + 1.500/40.000) + (40.000/2) \times 14,2 \times 0,15 = 1.751.100$

Como puede verse, nos interesa mas la CT_3 .

Después de leer este capítulo, usted deberá:

- Describir las características de los diferentes medios de transporte.
- Calcular el coste del transporte por tonelada.
- Enumerar los métodos para la asignación de la fuente de suministro.
- Aplicar el método de evaluación gradual (estriberones, *stepping-stones*, paso de piedra) para la asignación de la fuente de suministro.
- Aplicar el método aproximado de Vogel para la asignación de la fuente de suministro.
- Aplicar el método de la distribución modificada (MODI) para la asignación de la fuente de suministro.
- Aplicar el método de Clarke y Wright para la determinación de las rutas más económicas.
- Definir qué es un operador logístico.
- Definir qué es un plataforma logística.

5.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en un mundo cada vez más globalizado en el que las producciones se realizan en puntos muy distantes de los lugares de consumo y en el que la importación y exportación de productos son crecientes, los costes de los transportes influyen de una manera vital en la supervivencia de las empresas y en la economía de los países.

A medida que los costes de producción tienden a ser menores, el peso del coste del transporte en el montante total es más decisivo.

5.2. MEDIOS DE TRANSPORTE

Los medios de transporte más convenientes a utilizar dependen en gran manera de la distribución geográfica relativa entre las fábricas, los almacenes de distribución y los clientes.

También depende de una serie de factores:

- Toneladas anuales a transportar.
- Peso unitario de los elementos.
- Tipo de mercadería.
- Distancias a recorrer.
- Tiempo de espera aceptado.
- Duración del transporte.
- Infraestructuras de transporte disponibles.
- Coste de cada medio.

Los principales medios son:

- Carretera.
- Ferrocarril.
- Fluvial.
- Marítimo.
- Aéreo.

Transporte por carretera

Características:

- El transporte es directo entre emisor y receptor sin necesidad de transbordos.
- Los embalajes son más baratos.
- Aunque en principio sea otro el medio utilizado, la entrega final suele ser por carretera.

Transporte ferroviario

Características:

- Para transporte de masas, utilizando vagones o trenes completos.
- Para grandes distancias cuando no es urgente.

Transporte fluvial

Características:

- Bajo coste.
- Gran capacidad.

Transporte marítimo

Características:

- Para transporte de masas, grandes barcos para mercaderías de 30.000 a 100.000 t y para petróleo de 50.000 a 180.000 t.
- Aumento de su importancia con el desarrollo de los contenedores.

Aéreo

Características:

- Transportes de mercancías perecederas.
- Transportes urgentes.
- Uso de contenedores.

5.3. COSTES DEL TRANSPORTE

El coste total de explotación de un vehículo está compuesto por costes fijos y costes proporcionales.

Los costes fijos se calculan por hora y en ellos se tiene en cuenta los siguientes conceptos: amortización, mantenimiento, tasas, salarios y cargas sociales y el seguro del vehículo.

Los costes proporcionales se calculan por km efectuado y en ellos se tiene en cuenta: carburante, lubricantes, neumáticos, mantenimiento y reparaciones.

El coste del transporte por tonelada se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{(T \times F + D \times K)}{P}$$

siendo:

T: Tiempo de transportar *P* toneladas.

F: Coste fijo por hora.

D: Distancia recorrida en kilómetros.

K: Coste del kilómetro.

P: Peso de las mercancías transportadas.

Si el viaje de retorno es en vacío (algo que suele ocurrir cuando el transporte es propio), debe tenerse en cuenta, ya que duplica lo que sería el simple viaje de ida, por lo que debe compararse con el coste que resultaría en caso de subcontratar el transporte.

Otro aspecto a considerar cuando las ventas no son uniformes durante el año es que la flota propia debería cubrir como máximo el transporte a efectuar en los meses de poco tráfico, y subcontratar transporte cuando se requiera, evitando así la infrau-

tilización que significaría un incremento de los costes fijos por kilómetro efectuado al cabo del año.

5.4. MÉTODOS PARA LA ASIGNACIÓN DE LA FUENTE DE SUMINISTRO

Cuando una empresa dispone de varios centros de producción y/o varios almacenes de depósito de mercancías, se presenta el problema de encontrar cuál es la forma más económica de satisfacer la demanda de sus clientes distribuidos en zonas geográficas distintas de aquellas en que se encuentran las posibles fuentes de suministro.

Este problema puede ser resuelto utilizando la programación lineal y también mediante el método del transporte.

El diagrama del método del transporte puede verse en la figura 5.1.

Como puede observarse, es un método iterativo.

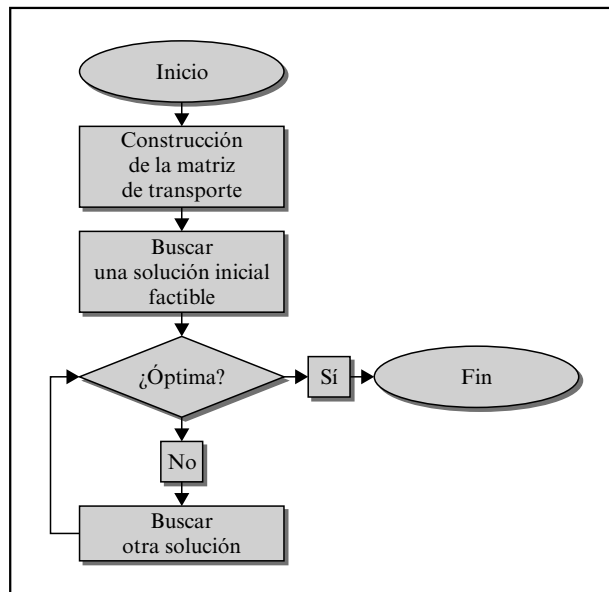


Figura 5.1. Diagrama del método del transporte.

Hay diversos tipos:

- Método del coste mínimo.
- Método de la esquina noroeste.
- Método aproximado de Vogel.
- Método de la distribución modificada (MODI).

5.4.1. Método de coste mínimo

Éste es un método intuitivo. Lo primero que hay que hacer en todos estos métodos es construir la matriz de transporte.

En la matriz puede verse que hay cuatro destinos (D1, D2, D3, D4) que requieren respectivamente 50, 30, 30 y 40 unidades; éstas que pueden ser satisfechas desde tres orígenes (O1, O2, O3) que pueden suministrar respectivamente un máximo de: 70, 60 y 20 unidades. Como puede verse, el total de la demanda es de 150 unidades, que coincide con el total de los recursos.

En el interior de cada celda figura el coste de transporte por unidad desde un determinado origen hasta un determinado destino.

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Recurso total
O1	7	13	13	10	70
O2	8	9	12	7	60
O3	15	6	8	10	20
Demanda total	50	30	30	40	150

Figura 5.2. Matriz de transporte.

El procedimiento es el siguiente:

- La demanda de D1 puede ser satisfecha al menor coste desde el origen O1, el cual tiene recursos suficientes y aún le sobran 20.
- La demanda de D2 puede ser satisfecha al menor coste desde el origen O3, pero sólo 20 unidades, que es el recurso disponible, de modo que las otras 10 unidades procederán del origen O2.
- La demanda de D3 puede ser satisfecha al menor coste desde el origen O2 (ya que el recurso total de O3, que sería el de mínimo coste, ya se asignó a D2).
- La demanda de D4 puede ser satisfecha al menor coste desde el origen O2, pero solo 20 unidades, que es el recurso disponible, de modo que las otras 20 unidades procederán del origen O1.

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Recurso total
O1	7 50	13	13	10 20	70
O2	8	9 10	12 30	7 20	60
O3	15	6 20	8	10	20
Demanda total	50	30	30	40	150

Figura 5.3. Solución inicial.

Si se observan las asignaciones realizadas, puede verse que podrían ser mejoradas.

Si en la D3 pasamos 20 unidades de O2 a O3, la rebaja de coste por unidad es de 4, lo que implica que las 20 unidades de D2 pasen a ser servidas por O2, incrementándose el coste por unidad en sólo 3.

La asignación quedaría de la siguiente manera:

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Recurso total
O1	7 50	13	13	10 20	70
O2	8	9 30	12 10	7 20	60
O3	15	6	8 20	10	20
Demanda total	50	30	30	40	150

Figura 5.4. Solución mejorada.

Los costes de la solución inicial y la mejorada pueden verse en la figura 5.5.

		Solución inicial			Solución mejorada		
		N.º unidades	Coste por unidad u.m.	Coste total u.m.	N.º unidades	Coste por unidad u.m.	Coste total u.m.
O1	D1	50	7	350	50	7	350
O1	D4	20	10	200	20	10	200
O2	D2	10	9	90	30	9	270
O2	D3	30	12	360	10	12	120
O2	D4	20	7	140	20	7	140
O3	D2	20	6	120	—	—	—
O3	D3	—	—	—	20	8	160
Coste total				1.260	Coste total		1.240

Figura 5.5. Comparación de costes entre la solución inicial y la mejorada.

5.4.2. Método de la esquina noroeste

Este método consiste en empezar la asignación por la esquina noroeste, es decir, la celda O1D1, y seguir asignando en sentido hacia la esquina sureste, es decir, la celda O3D4.

Como O1 dispone de 70 unidades y D1 requiere 50, se asignan estas 50 unidades a la celda O1D1.

Como D2 requiere 30 unidades y sobran 20 de O1, éstas se asignan a la celda O1D2.

Como aún faltan por cubrir 10 unidades de D2, éstas se cubren del origen O2.

D3 requiere 30 unidades, que se suministrarán de O2.

D4 será servido con 20 unidades disponibles de O2 y las otras 20 de O3.

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Recurso total
O1	7 50	13 20	13	10	70
O2	8	9 10	12 30	7 20	60
O3	15	6	8	10 20	20
Demanda total	50	30	30	40	150

Figura 5.6. Solución del método de la esquina noroeste.

El coste total será: $50 \times 7 + 20 \times 13 + 10 \times 9 + 30 \times 12 + 20 \times 7 + 20 \times 10 = 1.400$ u.m.

Es mayor que con el método anterior ya que en la asignación no se han tenido en cuenta los costes.

5.4.3. Método de evaluación gradual (estriberones, *stepping-stones*, paso de piedra)

Este método casi siempre conduce a soluciones mejores que las de los métodos anteriores.

Comienza este método con una solución inicial factible encontrada mediante uno de los métodos anteriores.

Partimos de la solución anterior obtenida mediante el método de la esquina no-roeste.

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Recurso total	
O1	7	13	13	10	70	
	50	a	20			
			b			
O2	8	9	12	7	60	
		10	30	c	20	
O3	15	6	8	20	10	20
Demanda total	50	30	30	40	150	

Figura 5.7. Solución de partida.

Consta de tres pasos:

- Paso 1. Elección de una celda vacía.
- Paso 2. Elección de un camino cerrado en ángulos rectos de forma que en las esquinas haya celdas con asignaciones, excepto en la celda vacía elegida.
- Paso 3. Introducción de una unidad en la celda vacía procedente de otra ocupada en un vértice del camino cerrado y modificación de las restantes.

Circuito a:

- Añadir una unidad a O2 D1 = +8.
- Quitar una unidad a O1 D1 = -7.
- Añadir una unidad a O1 D2 = +13.
- Quitar una unidad a O2 D2 = -9.
- $(8 - 7 + 13 - 9 = +5)$.

Esta solución es peor, ya que aumentaría los costes.

Circuito b:

- Añadir una unidad a O1 D3 = +13.
- Quitar una unidad a O1 D2 = -13.

- Añadir una unidad a O2 D2 = +9.
- Quitar una unidad a O2 D2 = -12.
- $(13 - 13 + 9 - 12 = -3)$.

Esta solución es mejor, ya que disminuiría los costes.

Circuito c:

- Añadir una unidad a O3 D3 = +8.
- Quitar una unidad a O2 D3 = -12.
- Añadir una unidad a O2 D4 = +7.
- Quitar una unidad a O3 D4 = -10.
- $(8 - 12 + 7 - 10 = -7)$.

Esta solución es aún mejor, ya que disminuiría más los costes.

Pasaríamos 20 unidades que es lo máximo que se pueden pasar y quedaría así:

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Recurso total
O1	7 50	13 20	13	10	70
O2	8	9 10	12 10	7 40	60
O3	15	6	8 20	10	20
Demanda total	50	30	30	40	150

Figura 5.8. Solución mejorada mediante el método de evaluación gradual.

El coste total será: $50 \times 7 + 20 \times 13 + 10 \times 9 + 10 \times 12 + 20 \times 8 + 40 \times 7 = 1.260$ u.m.

Podría ser mejorada si ahora realizamos los cambios indicados en el circuito b, pasando las máximas unidades, que son 10, de modo que quedaría así:

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Recurso total
O1	7 50	13 10	13 10	10	70
O2	8	9 20	12 0	7 40	60
O3	15	6	8 20	10	20
Demanda total	50	30	30	40	150

Figura 5.9. Solución final mediante el método de evaluación gradual.

El coste total será: $50 \times 7 + 10 \times 13 + 20 \times 9 + 10 \times 13 + 20 \times 8 + 40 \times 7 = 1.230$ u.m.

5.4.4. Método aproximado de Vogel (VAM)

Este método, casi siempre, conduce a soluciones mejores próximas a la óptima. Consta de cinco pasos:

- Paso 1. Determinar las diferencias absolutas entre los dos costes mínimos de cada fila y de cada columna.
- Paso 2. Elegir la fila o la columna cuya diferencia es la mayor.
- Paso 3. Asignar el mayor número de unidades posibles a la casilla que tiene el coste mínimo en esa fila o en esa columna.
- Paso 4. Tachar la fila o la columna completamente satisfecha.
- Paso 5. Repetir el proceso omitiendo las filas y columnas tachadas, hasta que todos los depósitos se encuentren totalmente vacíos, y las demandas, cumplidas.

Origen \ Destino	D1	D2	D3	D4	Recurso total	Diferencia
O1	7	13	13	10	70	3
O2	8	9	12	7	60	1
O3	15	6	8	10	20	2
Demanda total	50	30	30	40	150	
Diferencia	1	3	4	3		

Figura 5.10. Paso 1 del método VAM.

Paso 2. La diferencia mayor corresponde a la columna D3.

Paso 3. Se asigna a la casilla O3.D3 el máximo número de unidades posibles, es decir, 20.

Origen \ Destino	D1	D2	D3	D4	Recurso total	Diferencia
O1	7	13	13	10	70	3
O2	8	9	12	7	60	1
O3	15	6	20	10	20	2
Demanda total	50	30	30	40	150	
Diferencia	1	3	4	3		

Figura 5.11. Paso 3 del método VAM.

Paso 4. Se tacha la fila O3 (recurso totalmente asignado).

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Recurso total	Diferencia
O1	7	13	13	10	70	3
O2	8	9	12	7	60	1
O3	15	6	8	10	20	2
			20			
Demanda total	50	30	30	40	150	
Diferencia	1	3	4	3		

Figura 5.12. Paso 4 del método VAM.

Paso 5. Se omite la fila O3 y se vuelve a empezar aplicando el paso 1.

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Recurso total	Diferencia
O1	7	13	13	10	70	3
O2	8	9	12	7	60	1
O3	15	6	8	10	20	2
			20			
Demanda total	50	30	30	40	150	
Diferencia	1	4	1	3		

Figura 5.13. Paso 5 del método VAM.

Ahora la diferencia mayor corresponde a la columna D2; luego asignaremos las 30 unidades de D2 al origen O2, que es el de menor coste, y tacharemos la columna de D2.

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Recurso total	Diferencia
O1	7	13	13	10	70	3
O2	8	9	12	7	60	1
		30				
O3	15	6	8	10	20	2
			20			
Demanda total	50	30	30	40	150	
Diferencia	1	3	4	3		

Figura 5.14. Continuación (a) del paso 5 del método VAM.

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Recurso total	Diferencia
O1	7	13	13	10	70	3
O2	8	9 30	12	7	60	1
O3	15	6	8 20	10	20	2
Demanda total	50	30	30	40	150	
Diferencia	1	3	1	3		

Figura 5.15. Continuación (b) del paso 5 del método VAM.

Ahora la diferencia mayor se presenta tanto en O1 como en D4, en cuyo caso se elige indistintamente una de las dos; elegimos la O1 y asignamos las 50 unidades de D1 a O1.

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Recurso total	Diferencia
O1	7 50	13	13	10	70	3
O2	8	9 30	12	7	60	1
O3	15	6	8 20	10	20	2
Demanda total	50	30	30	40	150	
Diferencia	1	3	1	3		

Figura 5.16. Continuación (c) del paso 5 del método VAM.

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Recurso total	Diferencia
O1	7 50	13	13	10	70	3
O2	8	9 30	12	7	60	5
O3	15	6	8 20	10	20	2
Demanda total	50	30	30	40	150	
Diferencia	1	3	1	3		

Figura 5.17. Continuación (d) del paso 5 del método VAM.

Ahora la mayor diferencia es en O2; luego asignamos las 30 unidades restantes de O2 a D4.

Origen \ Destino	D1	D2	D3	D4	Recurso total	Diferencia
O1	7 50	13	13	10	70	3
O2	8	9 30	12	7 30	60	5
O3	15	6	8 20	10	20	2
Demanda total	50	30	30	40	150	
Diferencia	1	3	1	3		

Figura 5.18. Continuación (e) del paso 5 del método VAM.

Finalmente se asignan las 10 unidades que faltan a D4 desde O1y después las 10 que faltan a D3 también desde O1, quedando las asignaciones tal como se indica a continuación.

Origen \ Destino	D1	D2	D3	D4	Recurso total
O1	7 50	13	13 10	10 10	70
O2	8	9 30	12	7 30	60
O3	15	6	8 20	10	20
Demanda total	50	30	30	40	150

Figura 5.19. Solución final con el método VAM.

El coste total será: $50 \times 7 + 30 \times 9 + 10 \times 13 + 20 \times 8 + 10 \times 10 + 30 \times 7 = 1.220$ u.m.
Solución que es más económica que las anteriores.

5.4.5. Método de la distribución modificada (MODI)

Comienza este método con una solución inicial factible encontrada mediante uno de los métodos anteriores.

Este método consiste en evaluar las celdas no ocupadas.

Para poder aplicar este método es necesario que el número de celdas ocupadas sea igual o mayor que: $m + n - 1$, donde n = número de filas y m = número de columnas.

Si el número de celdas ocupadas es menor que $m + n - 1$, estamos en presencia de un problema degenerado cuya forma de resolver más adelante indicaremos.

En ningún caso el número de celdas ocupadas puede ser inferior a $m + n - 1$; este límite proviene del cálculo matricial y corresponde al número máximo de celdas independientes que puede contener una matriz de m columnas y n filas.

El método tiene los siguientes pasos:

- Paso 1. Dibujar cuatro matrices de dimensión $n \times m$.
- Paso 2. Colocar en la primera matriz los costes reales en las celdas ocupadas (de la solución inicial) y en la tercera matriz los costes reales en las celdas no ocupadas (de la solución inicial); en el resto de celdas de ambas matrices se coloca un guión. Los costes irán precedidos de signo negativo.
- Paso 3. En la segunda y cuarta matrices poner un guión en las celdas ocupadas (de la solución inicial).
- Paso 4. Agregar a la primera matriz una columna y una fila suplementarias, designadas respectivamente por R_i , K_j . Calcular los valores de R_i y de K_j de tal forma que se verifique: $C_{ij} = R_i + K_j$, iniciando con un valor de R_i o K_j igual a cero.
- Paso 5. Transferir a la segunda matriz los valores de R_i y de K_j , y calcular los costes P_{ij} de las celdas no ocupadas empleando la fórmula: $P_{ij} = R_i + K_j$. Los costes P_{ij} se llaman costes proyectados, que reflejan y proyectan sobre las celdas no ocupadas la imagen de la solución por medio de R_i y K_j .
- Paso 6. En la cuarta matriz, indicar las diferencias A_{ij} de los costes proyectados de las celdas no ocupadas (segunda matriz) y los costes reales C_{ij} de las celdas no ocupadas (tercera matriz).
- Paso 7. Observar si los signos de los A_{ij} son todos positivos, en cuyo caso la solución es óptima.

Si no es así, la celda que tiene mayor diferencia negativa deberá recibir unidades suministradas por las celdas del entorno, según el proceso que veremos a continuación.

Aplicación del método

La solución inicial factible de la que partimos es la que hemos obtenido anteriormente mediante el método aproximado de Vogel.

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Recurso total
O1	7 50	13	13 10	10 10	70
O2	8	9 30	12	7 30	60
O3	15	6	8 20	10	20
Demanda total	50	30	30	40	150

Figura 5.20. Solución de partida para el método MODI.

Comprobamos que se cumple que $m + n + 1 = 4 + 3 - 1 = 6$ coincide con el número de celdas ocupadas.

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Ri
O1	-7	—	-13	-10	0
O2	—	-9	—	-7	3
O3	—	—	-8	—	5
Kj	-7	-12	-13	-10	

Figura 5.21. Primera matriz MODI (costes reales en celdas ocupadas).

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Ri
O1	—	-12	—	—	0
O2	-4	—	-10	—	3
O3	-2	-7	—	-5	5
Kj	-7	-12	-13	-10	

Figura 5.22. Segunda matriz MODI (costes proyectados en celdas no ocupadas).

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Ri
O1	—	-13	—	—	
O2	-8	—	-12	—	
O3	-15	-6	—	-10	
Kj					

Figura 5.23. Tercera matriz MODI (costes reales en celdas no ocupadas).

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Ri
O1	—	1	—	—	
O2	4	—	2	—	
O3	13	-1	—	5	
Kj					

Figura 5.24. Cuarta matriz MODI (diferencias de costes proyectados y reales).

El valor negativo indica que la solución no es óptima y por tanto la celda que tiene mayor diferencia negativa deberá recibir unidades suministradas por las celdas del entorno. En este caso, sólo hay una celda con valor negativo. Para realizar la transferencia formamos un bucle cerrado que pase por dicha celda tal como el indicado; el número de unidades máximas que podrá recibir la celda con signo negativo es 10, que es el menor valor del bucle.

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Recurso total
O1	7 50	13	13 10	10 10	70
O2	8	9 30	12	7 30	60
O3	15	6	8 20	10	20
Demanda total	50	30	30	40	150

Figura 5.25. Transferencia de unidades a la celda con mayor valor negativo.

Indicamos con signo positivo las celdas que han recibido unidades, y con negativo, las que han cedido.

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Recurso total
O1	7 50	13	13 +20	10 -0	70
O2	8	9 -20	12	7 +40	60
O3	15	6 +10	8 -10	10	20
Demanda total	50	30	30	40	150

Figura 5.26. Solución mejorada con el método MODI.

El coste total ahora será: $50 \times 7 + 20 \times 9 + 10 \times 6 + 20 \times 13 + 10 \times 8 + 40 \times 7 = 1.210$ u.m.

Como vemos, es menor que el de inicio, que era de 1.220 u.m.

Para comprobar si esta solución es óptima, deberá repetirse todo el proceso.

El número de celdas ocupadas es seis, es decir, igual a $m + n - 1$, por lo que puede verificarse.

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Ri
O1	-7	—	-13	—	0
O2	—	-9	—	-7	2
O3	—	-6	-8	—	5
Kj	-7	-11	-13	-9	

Figura 5.27. Primera matriz MODI (costes reales en celdas ocupadas).

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Ri
O1	—	-11	—	-9	0
O2	-5	—	-11	—	2
O3	-2	—	—	-4	5
Kj	-7	-11	-13	-9	

Figura 5.28. Segunda matriz MODI (costes proyectados en celdas no ocupadas).

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Ri
O1	—	-13	—	-10	
O2	-8	—	-12	—	
O3	-15	—	—	-10	
Kj					

Figura 5.29. Tercera matriz MODI (costes reales en celdas no ocupadas).

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Ri
O1	—	2	—	1	
O2	3	—	1	—	
O3	13	—	—	6	
Kj					

Figura 5.30. Cuarta matriz MODI (diferencias de costes proyectados y reales).

Como no se obtiene ninguna diferencia negativa, la solución es óptima.

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	Recurso total
O1	7 50	13	13 20	10	70
O2	8	9 20	12	7 40	60
O3	15	6 10	8 10	10	20
Demanda total	50	30	30	40	150

Figura 5.31. Solución final con el método MODI.

Cuando no se cumple que $m + n - 1$ es igual al número de celdas ocupadas, no podría aplicarse el método MODI, pero puede resolverse este inconveniente añadiendo una cantidad infinitamente pequeña en una posición independiente de la matriz, gracias a lo cual pueda formarse el bucle.

5.4.6. Caso en que la demanda y los recursos fueran desiguales

Podemos ver que la demanda es superior a los recursos

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	D5	Recurso total
O1	7	13	13	10	14	70
O2	8	9	12	7	12	60
O3	15	6	8	10	11	20
O4	10	12	9	8	4	30
Demanda total	50	30	30	40	50	180
						200

Figura 5.32. Matriz de transporte.

En estos casos se añade una columna o fila falsa, en este caso, una fila que será un origen imaginario que suministraría las 20 unidades que faltan.

Los costes correspondientes de esta fila serían cero, ya que realmente nada se suministrará desde este origen.

Destino Origen	D1	D2	D3	D4	D5	Recurso total
O1	7	13	13	10	14	70
O2	8	9	12	7	12	60
O3	15	6	8	10	11	20
O4	10	12	9	8	4	30
Fila falsa	0	0	0	0	0	20
Demanda total	50	30	30	40	50	200

Figura 5.33. Matriz de transporte con fila falsa.

Ahora ya se podría resolver como se hizo en el ejemplo anterior.

5.5. MÉTODO CLARKE Y WRIGHT PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS RUTAS MÁS ECONÓMICAS

Tenemos un almacén (posición O) desde el que hay que servir a una serie de clientes situados en los puntos: A, B, C, ..., J y se quiere determinar las rutas a seguir que sean más económicas.

La disposición de los clientes respecto al almacén se indica en la figura 5.34.

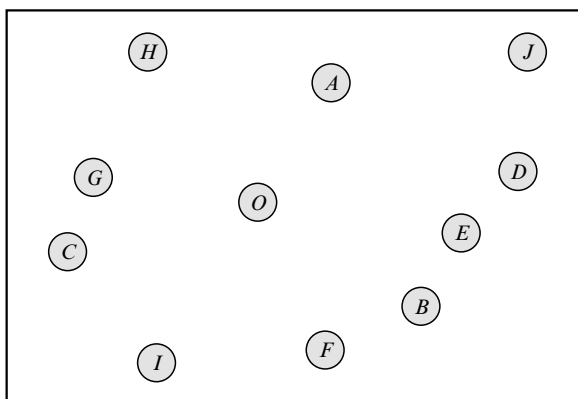


Figura 5.34. Situación de los clientes.

Las distancias desde el almacén hasta cada uno de los clientes, así como la distancia entre ellos, se indican en la figura 5.35.

	O	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
O											
A	156										
B	80	228									
C	208	300	236								
D	220	144	248	412							
E	260	254	252	464	140						
F	212	320	140	368	280	200					
G	240	200	312	300	344	452	408				
H	144	316	200	108	306	388	236	132			
I	184	340	136	196	384	372	212	360	232		
J	256	120	308	420	100	240	368	304	316	440	

Figura 5.35. Matriz de distancias.

El criterio de ahorro de Clarke y Wright se basa en que desde un almacén O, que ha de servir a dos clientes situados en los puntos A y B, según puede verse en la figura 5.36; si en lugar de servirlos de manera independiente, tal y como se ve en la 1.ª red, se hace una ruta como se plasma en la 2.ª red, se produciría un ahorro de las distancias recorridas que sería igual a:

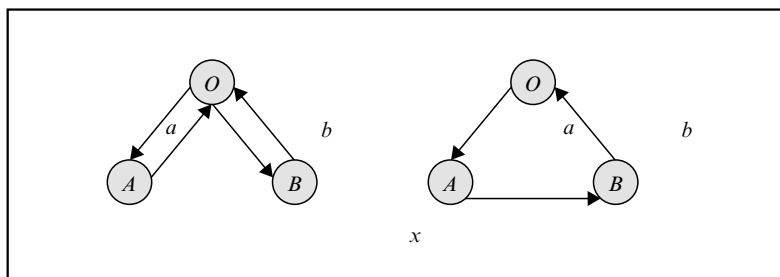


Figura 5.36. Rutas seguidas para el servicio a los clientes A y B.

Ahorro:

$$(2a + 2b) - (a + x + b) = a + b - x.$$

en que a = distancia de O a A ; b = distancia de O a B ; x = distancia entre A y B .

La metodología a seguir es:

- 1.º Calcular los ahorros para todos los pares de clientes.
- 2.º Ordenar los ahorros de forma decreciente.
- 3.º Seleccionar tramos que no superen la restricción establecida.

En el caso del ejemplo se establece que las rutas como máximo serán de 800 km, lo cual permitirá no sobrepasar el número máximo de horas de conducción diaria para un transportista y que no se haya de pernoctar fuera del domicilio.

- 1.º Calcular los ahorros para todos los pares de clientes e indicar los valores obtenidos en la matriz.

— Trayecto OAB: $156 + 80 - 228 = 8$.

— Trayecto OAC: $156 + 208 - 300 = 64$.

Se procede así para el resto de todos los pares de clientes:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A										
B	8									
C	64	52								
D	232	52	16							
E	152	88	4	340						
F	48	152	52	152	272					
G	196	8	148	116	48	44				
H	104	24	264	48	16	20	252			
I	0	128	196	20	72	184	72	96		
J	292	28	44	376	276	100	192	84	0	

Figura 5.37. Matriz de ahorros.

2.º Ordenar los ahorros de forma decreciente.

D-J	376										
E-D	340										
A-J	292										
E-J	276										
E-F	272										
C-H	264										
G-H	252										
A-D	232										

Figura 5.38. Matriz de ahorros en orden decreciente.

3.º Seleccionar tramos que no superen la restricción establecida.

- Tramo O-D-J-O: $220 + 100 + 256 = 576$ km; como no supera los 800 km, se acepta.
- Tramo O-E-D-O: $260 + 140 + 220 = 620$ km; como no supera los 800 km, se acepta.
- Tramo O-A-J-O: $156 + 120 + 256 = 532$ km; como no supera los 800 km, se acepta.
- Tramo O-E-J-O: $260 + 240 + 256 = 756$ km; como no supera los 800 km, se acepta.
- Tramo O-E-F-O: $260 + 200 + 212 = 672$ km; como no supera los 800 km, se acepta.
- Tramo O-C-H-O: $208 + 108 + 144 = 460$ km; como no supera los 800 km, se acepta.
- Tramo O-G-H-O: $240 + 132 + 144 = 516$ km; como no supera los 800 km, se acepta.
- Tramo O-A-D-O: $156 + 144 + 220 = 520$ km; como no supera los 800 km, se acepta.

Teniendo a la vista los tramos y la situación de los clientes, veremos de trazar rutas con dichos tramos de forma que no se sobrepasen los 800 km.

Se obtienen las rutas indicadas a continuación:

- Ruta 1: O-E-D-J-A-O: $260 + 140 + 100 + 120 + 156 = 756$ km.
- Ruta 2: O-C-G-H-O: $208 + 300 + 132 + 144 = 784$ km.
- Ruta 3: O-B-F-I-O: $80 + 140 + 212 + 184 = 616$ km.

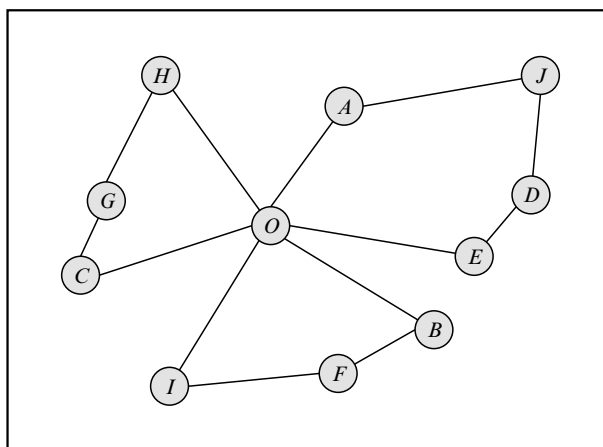


Figura 5.39. Rutas de servicio a los clientes.

5.6. OPERADOR LOGÍSTICO

Hoy en día muchas empresas optan por subcontratar todo lo relacionado con la distribución a empresas especializadas como son los operadores logísticos.

Un operador logístico es la empresa que lleva a cabo la planificación, implantación y control eficiente del flujo físico a través de la cadena de suministro, así como todos los servicios e información asociados a éste, desde el punto de origen hasta el de consumo, con el objeto de satisfacer los requerimientos del cliente.

A continuación se indican algunos operadores logísticos:

- DHL.
- NORBERT DENTRESSANGLE.
- FCC LOGÍSTICA.

5.7. PLATAFORMA LOGÍSTICA

Es una zona delimitada en la que se ejercen las actividades relativas al transporte, empaquetado y distribución, para tránsito nacional y/o internacional de mercancías de uno o varios operadores. Debe tener un régimen de libre concurrencia para todas las empresas interesadas en ejecutar las actividades anunciadas; también debe estar dotada de todos los equipos colectivos necesarios para el funcionamiento de las actividades logísticas y contar con servicios comunes para personas y vehículos usuarios; asimismo, puede ser administrada por una entidad única, pública, privada o mixta.

RESUMEN

- Los medios de transporte más convenientes a utilizar dependen en gran manera de la distribución geográfica relativa entre las fábricas, los almacenes de distribución y los clientes.
- También depende de una serie de factores: toneladas anuales a transportar, peso unitario de los elementos, tipo de mercadería, distancias a recorrer, tiempo de espera aceptado, duración del transporte, infraestructuras de transporte disponibles, coste de cada medio.
- Los principales medios son: carretera, ferrocarril, fluvial, marítimo, aéreo.
- Características del transporte por carretera: directo entre emisor y receptor sin necesidad de transbordos, los embalajes son más baratos.
- Características del transporte ferroviario: para transporte de masas, utilizando vagones o trenes completos, para grandes distancias cuando no es urgente.
- Características del transporte fluvial: bajo coste, gran capacidad.
- Características del transporte marítimo: transporte de masas, grandes barcos para mercaderías de 30.000 a 100.000 t y para petróleo de 50.000 a 180.000 t.
- Características del transporte aéreo: transportes de mercancías perecederas, transportes urgentes.
- El coste total de explotación de un vehículo está compuesto por costes fijos y costes proporcionales. Los costes fijos se calculan por hora y en ellos se tienen en cuenta los siguientes conceptos: amortización, mantenimiento, tasas, salarios y cargas sociales y el seguro del vehículo. Los costes proporcionales se calculan por km efectuado y en ellos se tiene en cuenta: carburante, lubricantes, neumáticos, mantenimiento y reparaciones.
- Los diversos métodos para la asignación de la fuente de suministro son: método del coste mínimo, método de la esquina noroeste, método aproximado de Vogel, método de la distribución modificada (MODI). Lo primero que hay que hacer en todos estos métodos es la construcción de la matriz de transporte.
- Método de coste mínimo: es un método intuitivo. Se busca para cada demanda, empezando por D1, cuál es el origen que puede satisfacerla al menor coste.
- Método de la esquina noroeste: este método consiste en empezar la asignación por la esquina noroeste y seguir asignando en sentido hacia la esquina sureste.
- Método de evaluación gradual (estriberones, *stepping-stones*, paso de piedra): comienza este método con una solución inicial factible encontrada mediante uno de los métodos anteriores. Consta de tres pasos: paso 1. Elección de una celda vacía. Paso 2. Elección de un camino cerrado en ángulos rectos de forma que en las esquinas haya celdas con asignaciones, excepto la celda vacía elegida. Paso 3. Introducción de una unidad en la celda vacía procedente de otra ocupada en un vértice del camino cerrado y modificación de las restantes, tratando con todo ello de encontrar una solución más económica.
- Método aproximado de Vogel: consta de cinco pasos: paso 1. Determinar las diferencias absolutas entre los dos costes mínimos de cada fila y de cada columna. Paso 2. Elegir la fila o la columna cuya diferencia es la mayor. Paso 3. Asignar el mayor número de unidades posibles a la casilla que tiene el coste mínimo en esa fila o en esa columna. Paso 4. Tachar la fila o la columna completamente satisfecha. Paso 5. Repetir el proceso omitiendo las filas y columnas tachadas hasta que todos los depósitos se encuentren totalmente vacíos, y las demandas, cumplidas.
- Método de la distribución modificada (MODI): comienza este método con una solución inicial factible encontrada mediante uno de los métodos anteriores. Este método consiste

en evaluar las celdas no ocupadas. Para poder aplicar este método es necesario que el número de celdas ocupadas sea igual o mayor que $m + n - 1$, donde n = número de filas y m = número de columnas.

- Método para la determinación de las rutas más económicas de Clarke y Wright. Se construye una matriz de distancias entre los clientes y el almacén. Si a y b son las distancias respectivas de los clientes A y B al almacén O, el ahorro que se produce al servir a un cliente tras el otro en lugar de retornar al almacén para servir a cada uno de ellos será: $(2a + 2b) - (a + x + b) = a + b - x$. La metodología a seguir es: 1.º Calcular los ahorros para todos los pares de clientes. 2.º Ordenar los ahorros de forma decreciente. 3.º Seleccionar tramos que no superen la restricción establecida.
- Operador logístico es la empresa que lleva a cabo la planificación, implantación y con-

trol eficiente del flujo físico a través de la cadena de suministro, así como todos los servicios e información asociados a éste, desde el punto de origen hasta el de consumo, con el objeto de satisfacer los requerimientos del cliente.

- Plataforma logística es una zona delimitada en la que se ejercen las actividades relativas al transporte, empaquetado y distribución, para tránsito nacional y/o internacional de mercancías de uno o varios operadores. Debe tener un régimen de libre concurrencia para todas las empresas interesadas en ejecutar las actividades anunciadas; también debe estar dotada de todos los equipos colectivos necesarios para el funcionamiento de las actividades logísticas y contar con servicios comunes para personas y vehículos usuarios; asimismo, puede ser administrada por una entidad única, pública, privada o mixta.

CUESTIONES

1. De qué depende el medio de transporte a emplear.
2. Cuáles son los principales medios de transporte.
3. Características del transporte por carretera.
4. Características del transporte ferroviario.
5. Características del transporte marítimo.
6. Características del transporte aéreo.
7. Cómo se calculan los costes fijos y qué conceptos se tienen en cuenta.
8. Cómo se calculan los costes variables y qué conceptos se tienen en cuenta.
9. Enumerar los métodos utilizados para determinar la fuente de suministro más económica.
10. Describir el método de evaluación gradual (estriberones, *stepping-stones*, paso de piedra).
11. Describir el método aproximado de Vogel.
12. Describir el método de la distribución modificada (MODI).
13. Describir el método Clarke y Wright para la determinación de las rutas más económicas.
14. Describir qué es un operador logístico.
15. Describir qué es una plataforma logística.

OTRAS CUESTIONES

16. En la matriz de transporte indicada a continuación se indican la demanda de los centros de consumo A, B, C, D, E y F, así como los recursos de los centros productores U, W, X, Y y Z. En el extremo superior derecho se indican los costes de transporte por unidad desde cada origen hasta cada destino. Encontrar la asignación más adecuada empleando el método aproximado de Vogel (VAM).

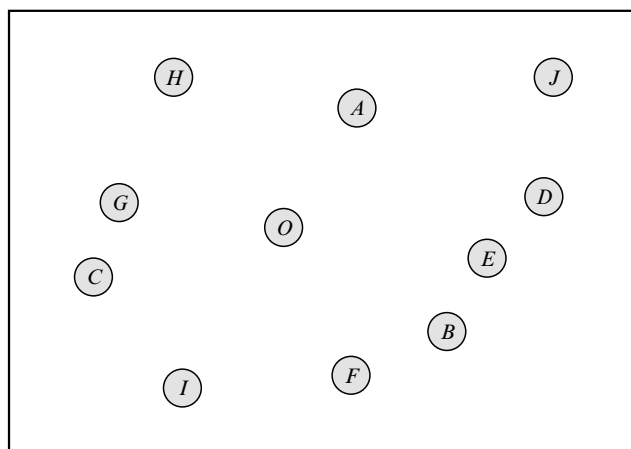
Destino Origen	A	B	C	D	E	F	Recurso total
U	*	*	*	3	*	6	19
W	*	6	6	3	*	7	10
X	*	*	7	4	*	7	52
Y	4	*	*	4	5	6	50
Z	4	5	5	4	*	*	36
Demanda total	16	5	37	48	20	41	167

El asterisco indica que no es posible hacer envíos desde ese origen hasta ese destino.

17. En la matriz de transporte indicada a continuación se indican la demanda de los centros de consumo A, B, C y D, así como los recursos de los centros productores W, X, Y y Z. En el extremo superior derecho se indican los costes de transporte por unidad desde cada origen hasta cada destino. Encontrar la asignación más adecuada empleando los métodos de la esquina noroeste, la de evaluación gradual, el método de Voguel y el de Modi.

Destino Origen	A	B	C	D	Recurso total
W	25	35	36	60	15
X	55	30	45	38	6
Y	40	50	26	65	14
Z	60	40	66	27	11
Demanda total	10	12	15	9	46

18. Tenemos un almacén (posición O) desde el que hay que servir a una serie de clientes situados en los puntos: A, B, C, ..., J y se quiere determinar las rutas a seguir que sean más económicas teniendo en cuenta: que el horario de entrega a clientes es restringido, por lo que las rutas no deberán ser de un recorrido superior a los 150 km, que la capacidad de los vehículos es de 12 palés cargados y retractilados y que el número promedio de palés a entregar por tienda es de dos. Indicar los kilómetros recorridos entre todas las rutas. La disposición de los clientes respecto al almacén se indica en la figura:



Las distancias desde el almacén hasta cada uno de los clientes, así como la distancia entre ellos, se indican a continuación.

	O	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
O											
A	21										
B	29	37									
C	30	48	55								
D	40	31	25	70							
E	31	30	13	60	12						
F	25	41	16	42	40	27					
G	25	39	53	12	65	56	44				
H	28	28	57	33	59	55	53	21			
I	29	50	41	22	62	50	25	30	47		
J	47	30	42	77	18	30	55	69	58	74	

RESPUESTAS A LAS CUESTIONES

1. El medio de transporte más conveniente depende en gran manera de la distribución geográfica relativa entre las fábricas, los almacenes de distribución y los clientes. También depende de una serie de factores: toneladas anuales a transportar, peso unitario de los elementos, tipo de mercadería, distancias a recorrer, tiempo de espera aceptado, duración del transporte, infraestructuras de transporte disponibles, coste de cada medio.
2. Los principales medios son: carretera, ferrocarril, fluvial, marítimo, aéreo.
3. Directo entre emisor y receptor sin necesidad de transbordos; los embalajes son más baratos.
4. Para transporte de masas, utilizando vagones o trenes completos, para grandes distancias cuando no es urgente.
5. Transporte de masas, grandes barcos para mercaderías de 30.000 a 100,000 t y para petróleo de 50.000 a 180.000 t.
6. Transportes de mercancías perecederas, transportes urgentes.
7. Los costes fijos se calculan por hora y en ellos se tienen en cuenta los siguientes conceptos: amortización, mantenimiento, tasas, salarios y cargas sociales y el seguro del vehículo.

8. Los costes proporcionales se calculan por km efectuado y en ellos se tiene en cuenta: carburante, lubricantes, neumáticos, mantenimiento y reparaciones.
9. Los métodos para la asignación de la fuente de suministro son: método del coste mínimo, método de la esquina noroeste, método aproximado de Voguel, método de la distribución modificada (MODI). Lo primero que hay que hacer en todos estos métodos es la construcción de la matriz de transporte.
10. Comienza este método con una solución inicial factible encontrada intuitivamente o por otro método. Consta de tres pasos: paso 1. Elección de una celda vacía. Paso 2. Elección de un camino cerrado en ángulos rectos de forma que en las esquinas haya celdas con asignaciones excepto en la celda vacía elegida. Paso 3. Introducción de una unidad en la celda vacía procedente de otra ocupada en un vértice del camino cerrado y modificación de las restantes, tratando con todo ello de encontrar una solución más económica.
11. Consta de cinco pasos: paso 1. Determinar las diferencias absolutas entre los dos costes mínimos de cada fila y de cada columna. Paso 2. Elegir la fila o la columna cuya diferencia es la mayor. Paso 3. Asignar el mayor número de unidades posibles a la casilla que tiene el coste mínimo en esa fila o en esa columna. Paso 4. Tachar la fila o la columna completamente satisfecha. Paso 5. Repetir el proceso omitiendo las filas y columnas tachadas, hasta que todos los depósitos se encuentren totalmente vacíos, y las demandas, cumplidas.
12. Comienza este método con una solución inicial factible encontrada mediante algún otro método. Consiste en evaluar las celdas no ocupadas. Para poder aplicar este método es necesario que el número de celdas ocupadas sea igual o mayor a: $m + n - 1$, donde n = número de filas y m = número de columnas.
13. Se construye una matriz de distancias entre los clientes y el almacén. Si **a** y **b** son las distancias respectivas de los clientes A y B al almacén O, el ahorro que se produce al servir a un cliente tras el otro en lugar de retornar al almacén para servir a cada uno de ellos será: $(2a + 2b) - (a + x + b) = a + b - x$. La metodología a seguir es: 1.º Calcular los ahorros para todos los pares de clientes. 2.º Ordenar los ahorros de forma decreciente. 3.º Seleccionar tramos que no superen la restricción establecida.
14. Es la empresa que lleva a cabo la planificación, implantación y control eficiente del flujo físico a través de la cadena de suministro, así como todos los servicios e información asociados a éste, desde el punto de origen hasta el de consumo, con el objeto de satisfacer los requerimientos del cliente.
15. Es una zona delimitada en la que se ejercen las actividades relativas al transporte, empaquetado y distribución, para tránsito nacional y/o internacional de mercancías de uno o varios operadores. Debe tener un régimen de libre concurrencia para todas las empresas interesadas en ejecutar las actividades anunciadas; también debe estar dotada de todos los equipos colectivos necesarios para el funcionamiento de las actividades logísticas y contar con servicios comunes para personas y vehículos usuarios; asimismo, puede ser administrada por una entidad única, pública, privada o mixta.

16.

Destino Origen	A	B	C	D	E	F	Recurso total	Diferencias					
								1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	6. ^a
U	*	*	*	3 19	*	6	19	3	—	—	—	—	—
W	*	6	6	3 10	*	7	10	3	3	—	—	—	—
X	*	*	7 6	4 19	*	7 27	52	3	3	3	0	0	0
Y	4 16	*	*	4	5 20	6 14	50	0	0	0	2	.	.
Z	4	5 5	5 31	4	*	*	36	0	0	0	1	.	.
Demanda total	16	5	37	48	20	41	167						
1. ^a	0	1	1	0	—	0							
2. ^a	0	1	1	1	—	1							
3. ^a	0	—	2	0	—	1							
4. ^a	0	—	2	—	—	1							
5. ^a	5	—	2	—	—	1							
6. ^a	—	—	—	—	—	—							

Puede observarse que de entrada hay un destino, el E, que sólo puede ser suministrado desde el origen Y; por tanto, ésa sería la primera asignación, y se tacharía la columna E. Posteriormente nos vamos encontrando con que también van quedando asignaciones forzadas al no haber más que una única opción posible.

- 1.º Asignación forzada de los 20 de E desde el único origen posible, que es el Y.
- 2.º Asignación forzada de los 5 de B desde el único origen posible entonces, que es el Z.
- 3.º Asignación forzada de los 14 sobrantes de Y al único destino posible, que es el F.
- 4.º Asignación forzada de los 31 sobrantes del Z al único destino posible, que es el C.
- 5.º Asignación forzada de 6 a C desde X y de 27 a F.

17.

a) Método de la esquina noroeste.

Destino Origen	A	B	C	D	Recurso total
W	25 10	35 5	36	60	15
X	55	30 6	45	38	6
Y	40	50 1	26 13	65	14
Z	60	40	66 2	27 9	11
Demanda Total	10	12	15	9	46

El coste total será: $10 \times 25 + 5 \times 35 + 6 \times 30 + 1 \times 50 + 13 \times 26 + 2 \times 66 + 9 \times 27 = 1368$.

b) Método de evaluación gradual.

Partiendo de la solución inicial factible encontrada por el método de la esquina noroeste. Establecemos los circuitos cerrados *a*, *b* y *c*.

Destino Origen	A	B	C	D	Recurso total
W	25 10	35 5	36	60	15
X	55	30 6	45	38	6
Y	40	50 c	26 14	65	14
Z	60	40 1	66 1	27 9	11
Demanda Total	10	12	15	9	46

Circuito *a*:

- Añadir una unidad a XA = +55.
- Quitar una unidad a WA = -25.

- Añadir una unidad a WB = +35.
- Quitar una unidad a XB = -30.

$(55 - 25 + 35 - 30 = +35)$. Esta solución es peor, ya que aumentaría los costes.

Circuito *b*:

- Añadir una unidad a WD = +60.
- Quitar una unidad a ZD = -27.
- Añadir una unidad a ZC = +66.
- Quitar una unidad a YC = -26.
- Añadir una unidad a YB = +50.
- Quitar una unidad a WB = -35.

$(60 - 27 + 66 - 26 + 50 - 35) = +88$. Esta solución es peor, ya que aumentaría los costes.

Circuito *c*:

- Añadir una unidad a ZB = +40.
- Quitar una unidad a YB = -50.
- Añadir una unidad a YC = +26.
- Quitar una unidad a ZC = -66.

$(40 - 50 + 26 - 66 = -50)$. Esta solución es mejor, ya que disminuiría los costes.

El coste total será: $10 \times 25 + 5 \times 35 + 6 \times 30 + 1 \times 40 + 14 \times 26 + 1 \times 66 + 9 \times 27 = 1.318$.

A la vista de este resultado podríamos crear un nuevo circuito, el *d*, transfiriendo de ZC a ZB, que es mucho más barata:

Destino Origen	A	B	C	D	Recurso total
W	25 10	35	36	60	15
X	55	30 6	45	38	6
Y	40	50	14	26	65
Z	60	40 1	1	27 9	11
Demanda total	10	12	15	9	46

Circuito *d*:

- Añadir una unidad a ZB = + 40.
- Quitar una unidad a WB = -35.
- Añadir una unidad a WC = + 36.
- Quitar una unidad a ZC = -66.

(40 - 35 + 36 - 66 = -25). Esta solución es mejor, ya que disminuiría los costes.

Quedaría así:

Destino Origen	A	B	C	D	Recurso total
W	25 10	35 4	36 1	60	15
X	55	30 6	45	38	6
Y	40	50	26 14	65	14
Z	60	40 2	66	27 9	11
Demanda total	10	12	15	9	46

El coste total será: $10 \times 25 + 4 \times 35 + 6 \times 30 + 2 \times 40 + 1 \times 36 + 14 \times 26 + 9 \times 27 = 1.293$.

c) Método aproximado de Vogel.

Destino Origen	A	B	C	D	Recurso total	Diferencias					
						1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	6. ^a
W	25 10	35 4	36 1	60	15	10	1	1	1	1	1
X	55	30 6	45	38	6	8	8	8	8	15	—
Y	40	50	26 14	65	14	14	24	—	—	—	—
Z	60	40 2	66	27 9	11	13	13	13	26	—	—
Demanda Total	10	12	15	9	46						
1. ^a	15	5	10	11							
2. ^a	—	5	10	11							
3. ^a	—	5	9	11							
4. ^a	—	5	9	—							
5. ^a	—	5	9	—							
6. ^a	—	—	—	—							

Como puede verse la solución obtenida coincide con la encontrada anteriormente, con el método de evaluación gradual.

d) Método Modi.

Comienza el método con la solución inicial factible encontrada anteriormente cuyo coste total es 1.293.

1.^a Matriz (costes reales en celdas ocupadas).

Destino Origen	A	B	C	D	Ri
W	-25	-35	-36	—	0
X	—	-30	—	—	5
Y	—	—	-26	—	10
Z	—	-40	—	-27	-5
Kj	-25	-35	-36	32	

2.^a Matriz (costos proyectados en celdas no ocupadas).

Destino Origen	A	B	C	D	Ri
W	—	—	—	32	0
X	-20	—	-31	37	5
Y	-15	-25	—	42	10
Z	-30	—	-41	—	-5
Kj	-25	-35	-36	32	

3.^a Matriz (costes reales en celdas no ocupadas).

Destino Origen	A	B	C	D	
W	—	—	—	—60	
X	—55	—	—45	—38	
Y	—40	—50	—	—65	
Z	—60	—	—66	—	

4.^a Matriz (diferencias de costes proyectados y reales).

Destino Origen	A	B	C	D	
W	—	—	—	92	
X	35	—	14	75	
Y	25	25	—	106	
Z	30	—	25	—	

Como no se obtiene ningún valor negativo, la solución es óptima y coincidente con la solución de los métodos aproximados de Vogel y el de evaluación gradual.

18.

1.º Ahorros para todos los pares de clientes.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A										
B	13									
C	3	4								
D	30	44	0							
E	22	47	1	59						
F	5	38	13	25	29					
G	7	1	43	0	0	6				
H	21	0	25	9	4	0	32			
I	0	17	37	7	10	29	24	10		
J	38	34	0	69	48	17	3	17	2	

Figura 4.13. Matriz de ahorros.

2.º Ahorros ordenados de forma decreciente.

D-J	69		C-I	37							
D-E	59		B-J	34							
E-J	48		G-H	32							
B-E	47		A-D	30							
B-D	44		E-F	29							
C-G	43		F-I	29							
A-J	38										
B-F	38										

3.º Longitud de los tramos:

— Tramo O-D-J-O: 105 km.	— Tramo O-C-I-O: 81 km.
— Tramo O-D-E-O: 83 km.	— Tramo O-B-J-O: 118 km.
— Tramo O-E-J-O: 108 km.	— Tramo O-G-H-O: 74 km.
— Tramo O-B-E-O: 73 km.	— Tramo O-A-D-O: 92 km.
— Tramo O-B-D-O: 94 km.	— Tramo O-E-F-O: 83 km.
— Tramo O-C-J-O: 67 km.	— Tramo O-F-I-O: 79 km.
— Tramo O-A-J-O: 98 km.	
— Tramo O-B-F-O: 70 km.	

Ningún tramo sobrepasa los 150 km.

Teniendo a la vista los tramos y la situación de los clientes, trataremos de trazar rutas que no superen los 150 km y de que el número de palés sea como máximo igual a 12 o, lo que es lo mismo, que el número de clientes en una ruta no supere los seis.

4.º Longitudes de las rutas que no superan las restricciones.

- Ruta: O-A-J-D-E-B-F-O = $21 + 30 + 18 + 12 + 13 + 16 + 25 = 135$ km; n.º clientes: 6.
- Ruta: O-H-G-C-I-O = $28 + 21 + 12 + 22 + 29 = 112$ km; n.º clientes: 4.

Con estas dos rutas quedarían servidos todos los clientes cumpliendo los requisitos.

Otra solución:

- Ruta: O-A-J-D-E-B-O = $21 + 30 + 18 + 12 + 13 + 29 = 123$ km; n.º clientes: 5.
- Ruta: O-H-G-C-I-F-O = $28 + 21 + 12 + 22 + 25 + 25 = 133$ km; n.º clientes: 5.

La primera solución totaliza: $135 + 112 = 247$ km.

La segunda solución totaliza: $123 + 133 = 256$ km.

Aunque la 1.ª solución aparece como más económica, quizás sea más conveniente la 2.ª, ya que estaría más equilibrada teniendo en cuenta los tiempos de entrega a los clientes, así como que los dos camiones tendrían margen para llevar hasta dos palés más de los que en promedio se sirven habitualmente, lo cual permite cubrir las puntas que pudieran presentarse.

6

Planificación de la cadena de suministro (*supply chain management*)

Después de leer este capítulo, usted deberá:

- Nombrar tipos de modelos de innovación logística.
- Definir en qué se fundamenta el modelo basado en el ciclo de vida del producto y en que el modelo basado en el grado de predictibilidad de la demanda.
- Describir la diferencia entre la gestión ajustada y la ágil en el flujo del producto.
- Relación entre los dos modelos de innovación logística.
- Enumerar las características diferenciadoras entre las cadenas de suministro para los productos funcionales y los innovadores.
- Utilizar la expresión del coste del proceso de suministro.
- Enumerar los objetivos a alcanzar para conseguir el rediseño del proceso logístico.
- Definir que se conoce como *lead time gap* y describir la solución para reducirlo.
- Enumerar los elementos que intervienen en el *lead time* logístico.
- Definir qué se conoce como punto de penetración del pedido y describir métodos para conseguir desplazarlo hacia arriba.
- Enumerar cuáles han sido los mayores avances en la creatividad logística.

6.1. LOS MODELOS DE INNOVACIÓN LOGÍSTICA

Veamos a continuación dos tipos de modelo, uno basado en el ciclo de vida del producto y otro basado en el grado de predictibilidad de la demanda.

6.1.1. Modelo de estrategias logísticas basadas en el ciclo de vida del producto

Las estrategias a seguir para un determinado producto no pueden ser las mismas cuando este producto nace que cuando está en la etapa de crecimiento, maduración o declive. En la figura 6.1 pueden verse las variables competitivas a tener en cuenta en cada una de las etapas.

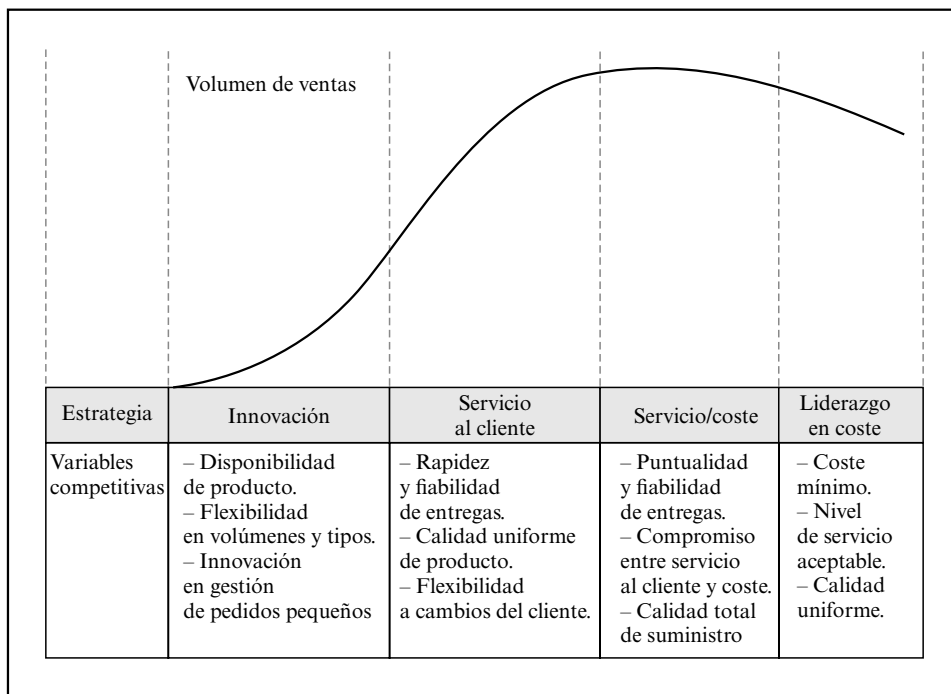


Figura 6.1. Estrategias logísticas y ciclo de vida del producto.

6.1.2. Modelo para determinar la mejor cadena de suministro para un producto en función de su grado de predictibilidad

Este modelo se basa en clasificar los productos por el grado de *predictibilidad de su demanda*.

Aplicando Pareto, podemos decir que normalmente el 20% de productos que son los que satisfacen el 80% de la demanda acostumbran a ser más previsibles, y, por

tanto, podremos conseguir minimizar sus costes aplicándoles los principios de *producción ajustada (lean)*.

El 80% restante de productos son de más difícil predicción, y el éxito se podrá conseguir mediante una gestión que *minimice el tiempo de respuesta* (ágil). En éstos el punto clave será reducir el tiempo total (inventarios, proceso y transporte), ya que los volúmenes serán pequeños, muchos de estos productos no estarán estandarizados y la previsión de la demanda será poco precisa.

Una aproximación, para la diferenciación entre la gestión **ajustada** y la **ágil**, la da la creación de inventarios estratégicos, en el punto de penetración de la demanda.

Se trata de dividir el flujo del producto en dos partes, la parte anterior al punto de penetración del pedido (**lean**) y la posterior (**ágil**).

El objetivo sería fabricar antes de este punto elementos modulares del producto final, que podrían ser planificados según previsiones, para constituir un stock estratégico, que es el punto donde se reciben los pedidos concretos de los clientes.

Después de este punto se llevarían a cabo las operaciones de montaje final para personalizar los productos.

Un ejemplo de esto aplicado a las operaciones de fabricación sería el caso de la fabricación de los cuerpos de los faros de moto.

El cuerpo de algunos tipos de faro tiene idéntica forma de melón, y se diferencian unos de otros en agujeros (para pasacables, velocímetro, etc.), de modo que se fabrican partiendo de plancha y embutiendo en prensas, requieren varias operaciones para configurar la forma, las preparaciones de máquinas son muy laboriosas y sería anti-económico hacerlo para series pequeñas.

Lo racional sería fabricar sobre previsiones la forma común de ese tipo de faro, que quedaría en stock, y una vez que viniera el pedido concreto de una de las variantes (punto de penetración del pedido), hacer los agujeros específicos, que, además, es ya una operación de más fácil y rápida preparación de máquinas, consiguiéndose de esta manera por un lado menores costes y, por otro, rapidez de entrega.

6.1.3. Relación entre los modelos

Los productos con una *demanda fácil de predecir* son los que normalmente están en la fase de *madurez* (sopas de Gallina Blanca o los donuts de Panrico) y son definidos como productos **«funcionales»**.

Aquellos cuya demanda es muy *difícil de predecir* son los que normalmente están en la fase de *crecimiento*, como los de **moda** (los bolígrafos y las plumas de Inoxcrom o la ropa de Mango), y se les describe como **«innovadores»**.

La naturaleza de los productos determina la selección de la cadena de suministro. Muchas empresas tienen una única red de distribución por donde pasan todas las líneas de productos y *deberían replantearse redes independientes para ser competitivos*:

- a) **Para los productos funcionales:** redes eficientes orientadas a conseguir unos costes logísticos muy competitivos (*lean*).

Tienen poco margen de beneficio y largo ciclo de vida, y se ha de ser muy estricto en la gestión del binomio servicio-coste.

- b) **Para los productos innovadores:** redes de respuesta rápida: las prioridades son la flexibilidad y la capacidad de respuesta inmediata (ágil).

La brevedad del ciclo de vida de estos productos comporta que la prioridad del sistema logístico sea la adaptación a una demanda impredecible y muy variable.

Las nuevas tecnologías como internet facilitan enormemente el acceso a nuevos mercados y la creación de nuevos canales de comercialización; constituyen una gran herramienta al servicio de la desintermediación, un motor de mejora y de eliminación de costes de transacción y un instrumento para el desarrollo de servicios personalizados.

6.1.4. Modelo ágil versus modelo *lean*

Los últimos avances en el campo de la logística se centran en combinar los modelos logísticos encaminados a mejorar la eficiencia de los sistemas (ajustados, *lean*) con aquellos que facilitan una capacidad de respuesta rápida (**ágil**).

Mientras que el modelo *lean* agrupa los conceptos y las prácticas que mejoran la eficacia operativa y la eliminación de procesos que no aporten valor, el modelo ágil se centra en implantar programas que faciliten el análisis y la capacidad de adaptación al comportamiento de la demanda.

El modelo **ágil** se basa en una alta velocidad de fabricación y de distribución desde el momento en que se reciben los pedidos o hemos estimado la demanda futura, ya sea estadísticamente por la historia (productos funcionales) o con un comité de expertos (productos innovadores).

El llamado suministro **ágil** es una aproximación práctica a la organización de la gestión de la cadena de suministro y su capacidad de estructurarse en torno del ciclo de pedido de cada cliente individual.

Allan Harrison y René van Hoek proponen marcar las fronteras entre el *lean* y el **ágil** a partir de lo que definen como coste del proceso de suministro:

Costes del proceso de suministro: costes de distribución física + *costes de adaptación al comportamiento del mercado* (costes por obsolescencias o depreciaciones de los productos) + *costes de las pérdidas de ventas por roturas de stocks*.

Cada vez son más las empresas que inician programas de *rediseño del proceso logístico* a partir de la constatación de que la suma de costes de adaptación al comportamiento del mercado más los costes de las pérdidas de ventas por roturas de stocks pueden, en muchos casos, superar los costes de distribución física.

Esta línea de trabajo les permite asumir tres nuevos objetivos:

- a) Mejorar los sistemas de planificación de la demanda en un entorno caracterizado por turbulencias constantes.

TABLA 6.1
Atributos de los productos funcionales y de los innovadores

	Funcionales (demanda predecible)	Innovadores (demanda difícil de prever)
Vida	+ 2 años	3 meses a un año
Margen de beneficio	5-20%	30-60%
Variedad	Aproximadamente 15 categorías	Millares
Error en la estimación	10%	40-100%
Faltas de existencias	1-2%	10-40%

- b) Facilitar los procesos de integración interna y externa al conectar los sistemas de información.
- c) Optimizar las capacidades productivas y de almacenaje.

El suministro ágil, completamente relacionado con las cadenas *pull*, dirigidas por la demanda, supone un salto cualitativo para la logística y la gestión de la cadena de suministro orientado a reforzar la importancia de la *rapidez del servicio* como elemento diferenciador y clave para la competitividad empresarial.

6.2. EL DÉFICIT DEL TIEMPO DE ESPERA (*LEAD TIME GAP*)

Como ya comentamos, uno de los objetivos prioritarios de las empresas en el entorno actual de máxima competencia es ofrecer el mejor nivel posible de servicio al cliente.

Un indicador o uno de los aspectos más deseados por los clientes es recibir el pedido que han hecho en el menor tiempo posible, y éste es uno de los mayores problemas de los fabricantes, ya que el tiempo invertido en los aprovisionamientos, fabricación y distribución (*lead time logístico*) suele ser mayor que el tiempo máximo que desea esperar el cliente (*lead time del pedido*).

Esto se conoce como déficit del tiempo de espera (*lead time gap*).

El tiempo que puede esperar el cliente puede ir de horas a meses, dependiendo en gran parte del entorno competitivo del mercado y el tipo de producto; no es lo mismo pedir un barco que un coche o un ordenador.

En las *empresas de tipo convencional* la manera en que se resuelve este problema es *aumentando el nivel de existencias* para poder servir la demanda en un menor tiempo, lo que comporta que a *más stocks, más costes*.

Pero esta solución no ataca directamente el problema, sino que es una forma de esconderlo sin buscar soluciones. Por tanto, el verdadero objetivo hacia el que deben orientarse las empresas es *reducir el déficit del tiempo de espera (lead time gap)*.

La solución a este problema pasa por dos puntos: recortar el plazo de aprovisionamiento, fabricación y distribución (**lead time logístico**) e intentar alargar el plazo deseado por el cliente (**lead time del pedido**).

Una vez reducido al mínimo el **lead time gap**, éste se habrá de cubrir mediante previsiones, que siempre serán más fiables cuanto menor sea este intervalo.

En el **lead time logístico** se debe tener en cuenta que previamente al aprovisionamiento está el tiempo de transmisión del pedido.

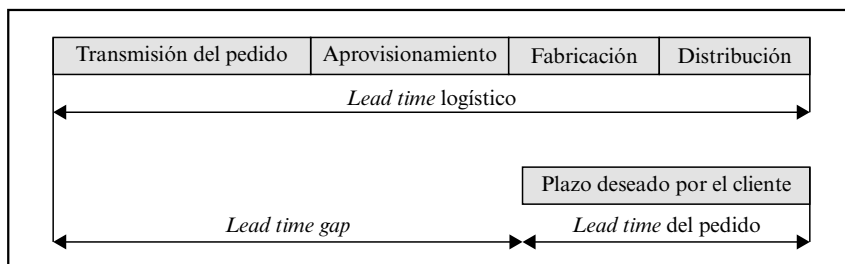


Figura 6.2. El *lead time gap*.

6.3. REDUCCIÓN DEL **LEAD TIME** LOGÍSTICO

Los elementos que intervienen en el **lead time logístico** son: **transmisión del pedido**, **aprovisionamiento**, **fabricación** (fabricación, montaje, etc.) y **distribución** (almacenes, transportistas, distribuidores, minoristas, etc.).

Hasta hace pocos años la mayoría de las empresas componían la cadena logística como la suma de diferentes partes, considerando cada una individualmente e independiente del resto, lo que provocaba ineficiencias, faltas de comunicación y, por tanto, alargamiento del **lead time logístico**.

Los puntos donde se pierde más tiempo suelen ser los puntos de interconexión entre los diferentes eslabones de la cadena.

Cuanto mayor es la exigencia del cliente, más necesario es pulir las ineficiencias de la cadena y, por tanto, considerar la cadena logística en su globalidad.

Todos los procesos logísticos pueden ser considerados una red de actividades entrelazadas que sólo se pueden optimizar si se hace desde un punto de vista global, ya que cualquier cambio en un solo aspecto puede afectar negativamente a otras actividades.

Una forma de ver la cadena logística que permite reducir el **lead time logístico** es la proporcionada por Eliyahu M. Goldratt con su «teoría de las limitaciones» o «tecnología de la producción optimizada (**OPT**)» (véase el capítulo 6)¹.

¹ Velasco, J. (2013). *Gestión de la producción en la empresa*. Madrid: Pirámide.

Planificación de la cadena de suministro (supply chain management)

La tecnología de la producción optimizada se basa en ver los diferentes componentes de la cadena logística como cuellos de botella o no.

Un cuello de botella es una actividad lenta que hace más lento el proceso natural de la cadena.

Puede ser un retraso tanto por el flujo de materiales (una máquina lenta) como por el flujo de información (el tiempo de recepción de un pedido).

Este cuello de botella no sólo retrasará el proceso en el que se encuentra suscrito sino que indirectamente retrasará todo el sistema logístico, y, por tanto, es un factor que disminuirá el servicio al cliente. Por todo ello es conveniente *identificar los cuellos de botella y planificar los recursos en función de éstos*.

Los pasos a seguir para programar a partir de los cuellos de botella se enumeran a continuación:

1. Identificar las limitaciones o cuellos de botella del sistema.
2. Decidir cómo explotar las limitaciones del sistema ya sea mediante horas extras, capacidades de las máquinas, recursos humanos, etc.
3. Subordinar el resto (actividades no limitadas) a como han quedado las en principio actividades limitadas.

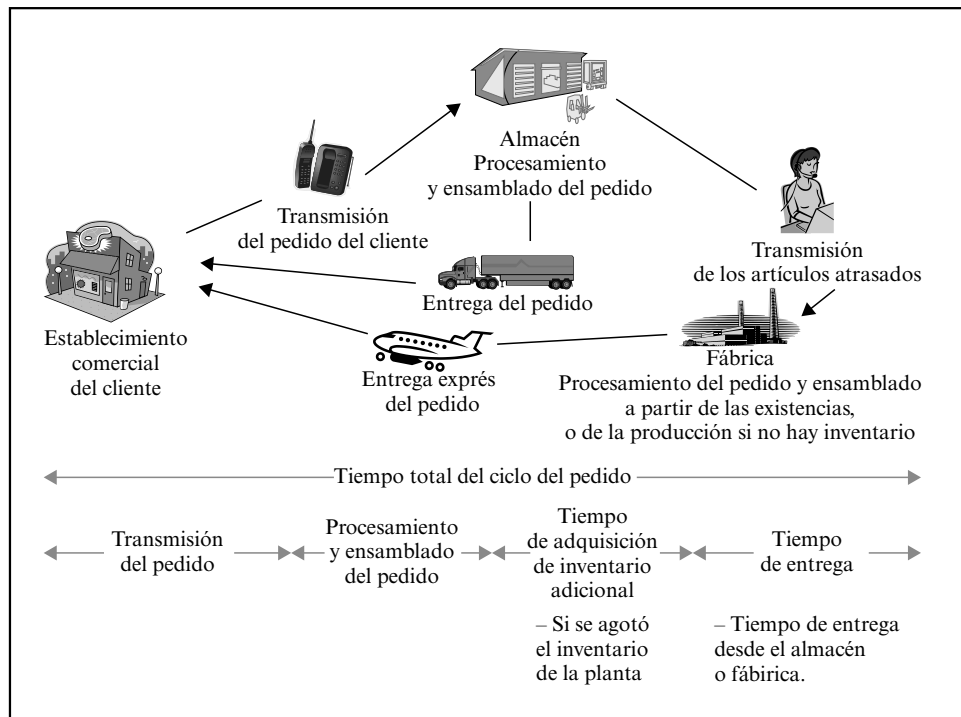


Figura 6.3. Lead time logístico.

6.4. EL PUNTO DE PENETRACIÓN DEL PEDIDO

Asegurar un buen nivel de servicio tiene ciertos costes asociados difíciles de reducir.

Para mejorar esta relación, hay diferentes formas de conseguirlo, y una de ellas es *rediseñar el sistema* poniendo atención en el **punto de penetración de pedido**.

Reducir el *lead time* logístico es un punto muy importante para poder dar un buen servicio al cliente.

Como el cliente quiere que el tiempo sea mínimo entre su petición y la entrega del pedido (*lead time* del pedido), es necesario ser conocedores del pedido lo antes posible.

Normalmente la situación es la siguiente:

- El punto de penetración del pedido se encuentra demasiado abajo en la cadena logística, y aún queda más oculta la verdadera demanda.

Básicamente el punto de penetración del pedido es el lugar en el que el producto se personaliza para un cliente determinado.

- Por debajo de este punto, el producto se enfoca al cliente concreto (contra pedido).
- Por encima de este punto se realizan previsiones.

Es decir, hacia abajo se trabaja contra pedido y hacia arriba se trabaja contra previsiones (véase la figura 6.4.).

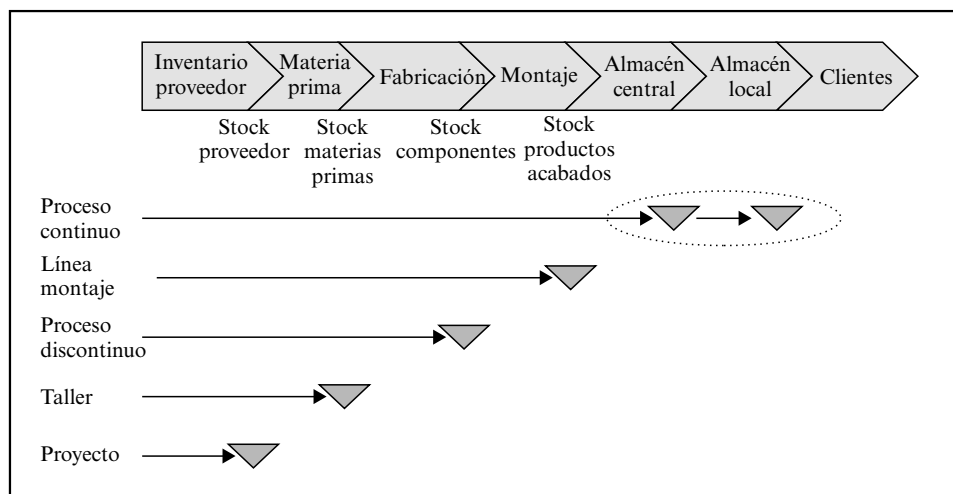


Figura 6.4. Puntos de penetración del pedido en función del proceso.

El punto en el que situamos el punto de penetración de pedido a lo largo de la cadena de suministro condiciona el diseño de la estructura logística de toda ella, y la forma de trabajar en cada uno de los eslabones.

Planificación de la cadena de suministro (supply chain management)

Este punto no es el mismo para todas las industrias, ya que depende del tipo de proceso que sigan; tal como podemos observar en la figura 6.5, a diferentes tipos de industrias corresponden diferentes puntos de penetración.

En las empresas que fabrican productos alimenticios envasados y pequeños utensilios el punto de pedido se sitúa en el almacén externo, de manera que los sistemas logísticos están orientados a facilitar la venta de los productos desde las existencias de los almacenes locales.

Por el contrario, tenemos las empresas que trabajan según las especificaciones del cliente, y en este caso el punto de pedido no se puede encontrar al final de la cadena, sino justo al principio, en la etapa de diseño.

En los sectores intermedios, el diseño del producto y la segmentación de los clientes determinan la situación del punto de pedido.

Por ejemplo, dentro del sector automovilístico el cliente puede escoger entre muchas opciones la configuración total del coche (es el caso de Mercedes) o bien tiene mucho más limitado el número de opciones a escoger, ya que de serie se incorporan muchas opciones (caso Toyota).

Esto hace que el punto de pedido en el caso de Mercedes se encuentre más arriba que en el caso de Toyota.

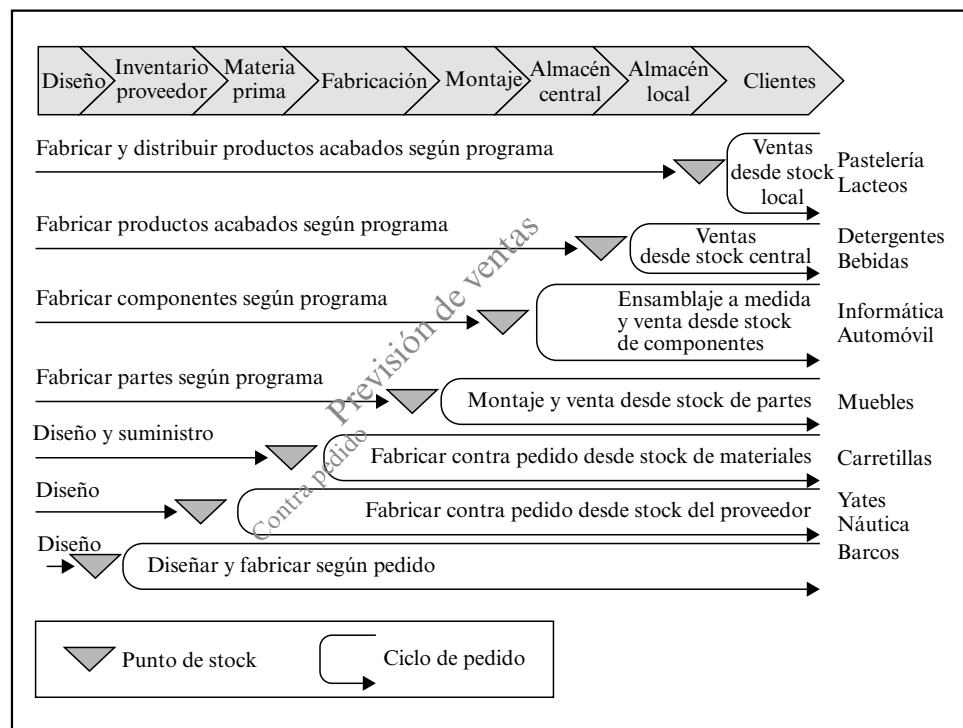


Figura 6.5. Puntos de penetración del pedido de diferentes sectores.

En la figura 6.5 se puede observar que las actividades de la parte superior de la figura trabajan sobre previsión de ventas (planteamiento MRP) mientras que las últimas actúan bajo pedido, sistema similar a la filosofía *just in time* (*lean production*).

El punto de pedido depende del equilibrio entre la presión competitiva, el coste y la complejidad del producto.

Cuanto más grande es la presión competitiva, mayor es el incentivo de los fabricantes para proporcionar un mayor servicio trasladando el punto de pedido hacia abajo y aumentando la gama de productos disponibles en existencias (fabricantes de bebidas).

Asimismo, cuanto mayores son el coste y la complejidad, mayor es el incentivo del fabricante para desplazar el punto de pedido hacia arriba (fabricantes de barcos).

Otra característica del punto de pedido óptimo es su capacidad de variar de posición a medida que se modifican las condiciones del entorno.

Por ejemplo, si los minoristas y mayoristas aumentan su presión sobre los fabricantes y ya no quieren mantener grandes niveles de existencias, pueden hacer que los fabricantes tengan que desplazar su punto de pedido hacia arriba y aumentar ellos los niveles de existencias para poder disminuir la del canal de distribución.

Otro punto importante es que hay pocas empresas que tengan todos los puntos de pedido de sus productos o negocios en el mismo punto.

Por tanto, la configuración óptima de una empresa puede incluir más de un modelo logístico, separados o no, que se adapten a las necesidades de los diferentes clientes o segmentos de productos. Es decir, ***cada producto o mercado tiene un punto apropiado de penetración del pedido.***

La situación ideal es la de trabajar bajo pedido, es decir, que no se compra, fabrica o envía nada sin que haya sido pedido, y, por tanto, el tiempo de retorno del capital invertido es mínimo; todo ello comporta que uno de los principales objetivos de la gestión logística consista en *encontrar métodos que permitan desplazar el punto de penetración pedido hacia arriba.*

6.5. MÉTODOS QUE PERMITEN DESPLAZAR EL PUNTO DE PENETRACIÓN DEL PEDIDO HACIA ARRIBA

Hay diferentes formas de conseguirlo:

- a) *Dejar para el final la concreción del producto final (**postponement**)*².

La técnica de **postponement** es la capacidad de personalizar los productos tan tarde como sea posible, cosa que proporciona a la cadena de suministro una gran flexibilidad (**agilidad**).

El enfoque consiste en:

- Reducir los tiempos de espera por medio de ciclos de planificación más cortos.

² Velasco, J., ibídem.

- Menores dimensiones de los lotes y cambios de modelos más rápidos.

Ello puede permitir a un fabricante eliminar la existencia de costosos productos terminados sin comprometer sus niveles de servicio.

Por ejemplo, los *fabricantes de pinturas* no necesitan tener todas las posibles combinaciones de color envasadas, sino tan sólo hacerlas bajo el pedido del cliente.

Hoy en día el propio detallista hace al momento el color deseado por el cliente partiendo de pintura base.

- b) *La incorporación de métodos de transmisión de la información más rápidos.* Hacer los pedidos directamente entre ordenadores puede reducir los tiempos de aceptación y tramitación de pedidos y además, al efectuar las entregas desde un almacén central, eliminar existencias minimizando los costes.

El hecho de trabajar bajo pedido reporta a la empresa una gran ventaja competitiva dado que, de esta manera, desaparece la incerteza introducida por las previsiones de ventas y, así, se evita tener que mantener stocks de seguridad que pueden volverse obsoletos por cambios en los mercados o en la moda.

Tal como hemos comentado antes, un punto interesante para poder desplazar el **punto de pedido** hacia arriba y así poder trabajar bajo pedido es *tener conocimiento de las necesidades de los clientes lo antes posible*. Si, por ejemplo, el cliente hace un uso constante de un producto que sólo pide de vez en cuando en cantidades para un cierto tiempo, entonces el fabricante no tiene la capacidad de prever la demanda.

Si existiera la manera de que el cliente pudiera indicar al fabricante de forma anticipada la **demand**a, éste podría anticiparse a los **pedidos** del cliente al poder hacer una mejor planificación.

Se puede considerar la relación *pedido-demanda* como un iceberg, cuya punta es el **pedido** del cliente y cuya base es la **demand**a; sólo una pequeña parte del iceberg es visible desde la superficie, el área por debajo de ésta representa la previsión de consumo del cliente, que se encuentra oculta a la vista del proveedor hasta que llega el pedido y se produce alguna visibilidad de la demanda.

Por tanto, para poder conseguir desplazar el **punto de pedido** hacia arriba y trabajar bajo pedido, es necesaria *una relación más estrecha entre los diferentes elementos de la cadena logística*.

Si el proveedor es capaz de ver el final de la cadena, mediante el establecimiento de un flujo de información de la demanda prevista, entonces *el sistema logístico puede volverse mucho más sensible la demanda real*.

Esta capacidad dará flexibilidad a la cadena y permitirá adaptarse más fácilmente a los requerimientos del cliente, con tiempos más cortos de entrega y menores costes para los proveedores.

A modo de ejemplo, podemos ver en la figura 6.6 cómo una empresa del sector textil —Limited— consigue reducir el ciclo de pedido mediante el desplazamiento del **punto de pedido** hacia los proveedores.

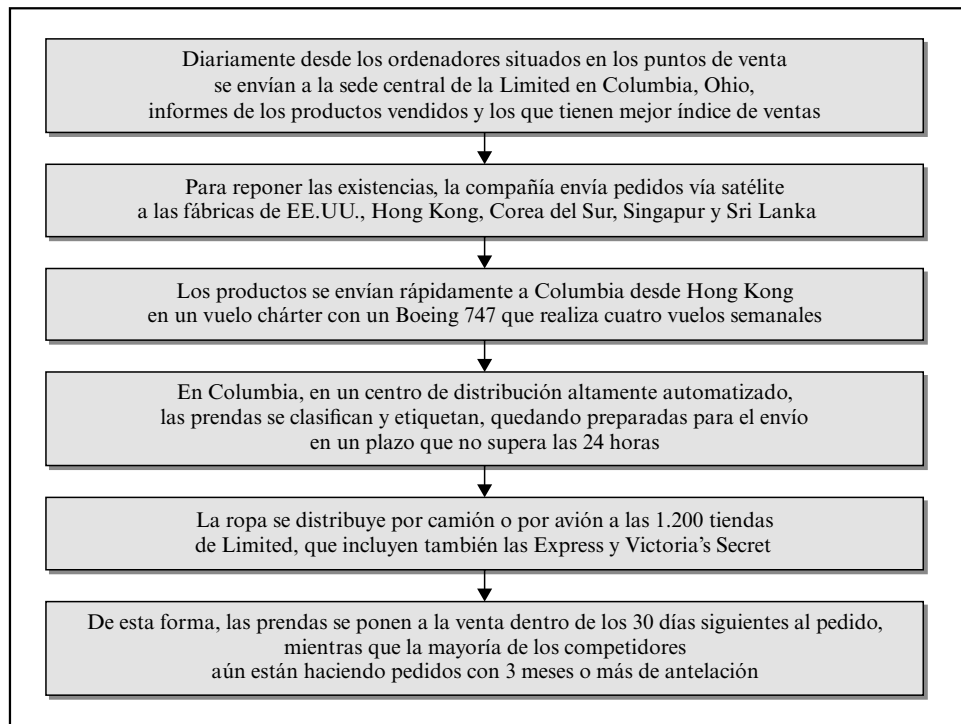


Figura 6.6. Ejemplo de la empresa textil Limited.

6.6. LOGÍSTICA DE ENTRADA Y DE SALIDA

Logística de entrada. El sector del automóvil es el que primero lo ha desarrollado. El modelo seguido es el *lean*.

Al parque de proveedores llega la secuencia de suministro de conjuntos «abacde» según la previsión de fabricación de automóviles ordenados que irán saliendo de la cadena de montaje, y a los centros de consolidación, los *kanban* para el suministro de las piezas pequeñas a las líneas de montaje.

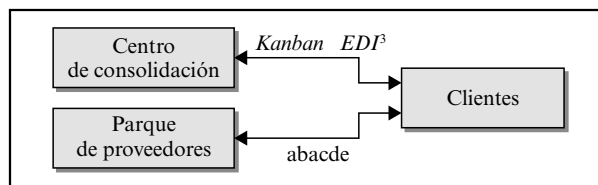


Figura 6.7. Logística de entrada.

³ EDI: Véase apartado 7.3.9.

Logística de salida. El sector de gran consumo de fabricantes y detallistas ha sido el más avanzado, con *reaprovisionamiento continuo del stock del cliente* (sectores como el farmacéutico y el químico); el modelo seguido es el ágil.

En la logística de salida se está imponiendo disponer de un almacén central en la fábrica, normalmente dirigido por un operador logístico, que desarrolla toda la red de distribución con plataformas de tránsito o almacenes de conexión con muy poco stock.

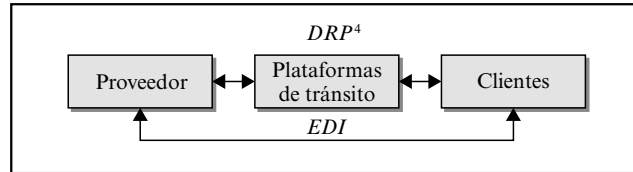


Figura 6.8. Logística de salida.

El sector del automóvil está tratando de adaptar la logística de salida que utiliza el sector del gran consumo para mejorar la distribución, y el de gran consumo, la logística de entrada del sector del automóvil para mejorar los aprovisionamientos.

6.7. CONCLUSIONES DE PLANIFICACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO

El objetivo de la cadena de suministro ha de ser responder en tiempo real, tan rápido como sea posible, a la demanda, comprando, fabricando y distribuyendo aquello que en cada momento se necesita, minimizando así los stocks.

En la figura 6.9 puede verse cómo, a partir de unas previsiones de mercado, se planifican los recursos de distribución (DRP) (véase 7.3.3) y se establece un plan de entregas al cliente, se elabora una planificación agregada y un plan maestro para la fábrica MP⁵, que, al detallarlo al MR⁶, nos da las órdenes de compras y las de producción semanales.

Aunque muchos de estos sistemas aún son de planificación *push*, no comandados por la demanda real del mercado sino por previsiones, hoy en día todos los MRP ya tienen módulos de taller y señales kanban⁷ de planificación *pull*, que responden a las necesidades reales del mercado.

La implantación de sistemas del tipo ERP (planificación de los recursos empresariales) (véase 7.3.13) no ha funcionado demasiado bien, porque dependían de previsiones de demanda que se hacían incorrectamente, porque funcionaban en intervalos de tiempo de planificación demasiado grandes (meses), porque no se planificaba

⁴ Véase apartado 7.3.3.

⁵ Véase capítulo 4 de Velasco, J., ibídem.

⁶ Véase capítulo 4 de Velasco, J., ibídem.

⁷ Véase capítulo 7 de Velasco, J., ibídem.

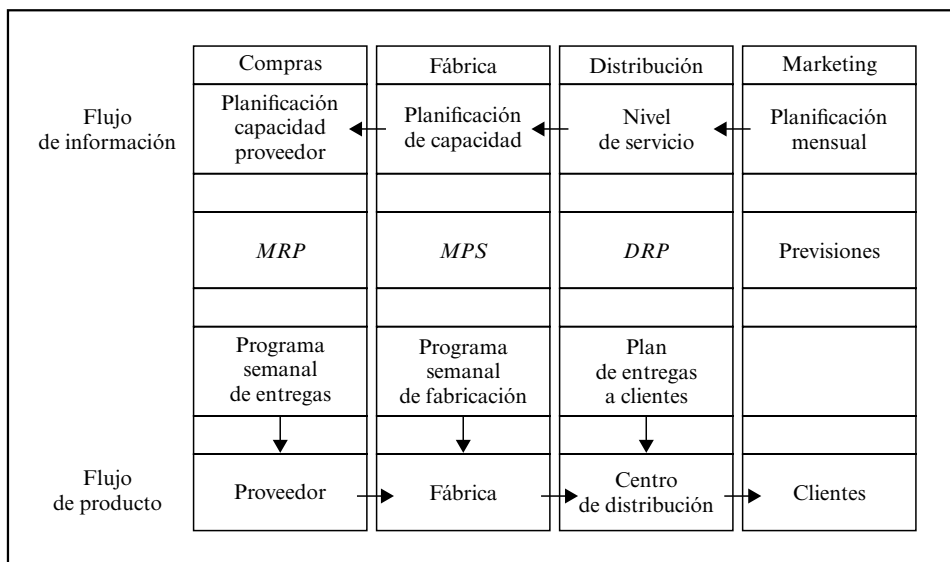


Figura 6.9. Planificación de la cadena.

el transporte y la distribución, porque los almacenes no disponían de tecnología automática de adquisición de datos (escáneres por código de barras y radiofrecuencia para transmitir datos), o ésta no estaba integrada con el mismo ERP, o porque se buscaba un nivel óptimo local de funcionamiento que no coincidía con el óptimo de funcionamiento global de la cadena de suministro.

Para resolver estos problemas en la aplicación de los sistemas ERP se han desarrollado *módulos de nueva tecnología* que deben ser aplicados convenientemente, según el tipo de mercado:

- Mercados de consumo: aplicaciones de *marketing* y ventas como el *SRM* (*supplier relationship management*) (véase 7.3.1).
- Mercados industriales: donde las compras y la fabricación son fuente de ventajas competitivas, los sistemas *APS* (*advanced planning systems*) (véase 7.3.16).

Para que el MRP tenga futuro se le habrán de incorporar los sistemas APS o sistemas avanzados de la cadena de planificación, que incluyen:

1. Simuladores de diseño de las cadenas de suministro, que nos permitirían tomar decisiones sobre los costes totales cuando hacemos cambios a la red, por ejemplo, si abrimos un nuevo centro productivo o de distribución.
2. Planificación de la demanda, bien mediante estadísticas de venta, si hablamos de productos funcionales (maduros), o bien con sistemas de consenso con

comité de expertos (Delphi) y algoritmos informáticos de anticipación al mercado, si nos referimos a productos innovadores y de moda.

3. Cadena de suministro colaborativa.

Para gestionar las compras, será necesario montar interconexiones (*hubs*) colaborativas entre clientes y proveedores como el EDI (véase 7.3.9) o el XML (véase 7.3.11).

Proyectos de colaboración ECR (*effective consumer response*) (respuesta efectiva del consumidor) (véase 7.3.5) entre fabricantes y detallistas de gran consumo para conseguir un aprovisionamiento continuo.

4. Secuenciadores de la producción que permitan programar la fabricación detalladamente hora por hora, considerando los condicionantes de recursos, si el proceso productivo es rápido.

5. Gestión de transportes y rutas si la distribución es capilar e importante.

6. Gestión de acontecimientos de la cadena de suministro en tiempo real para ver exactamente lo que entregamos y en qué momento lo hacemos (visibilidad de la cadena, *track and trace*; véase 7.3.17), es decir, tener *visibilidad del estado de nuestros productos, aprovisionamientos y pedidos en cada momento*.

Esto permite acelerar el proceso de facturación y precisar la gestión financiera.

Las nuevas tecnologías de la información e internet sin duda serán los grandes **facilitadores de la estrategia de operaciones los próximos años.**

6.8. CREATIVIDAD LOGÍSTICA

Los mayores avances:

- El *software* de visibilidad BMP (véase 7.3.12) en el sector logístico ha evolucionado considerablemente.
- El teléfono móvil se está convirtiendo en el centro de operaciones con la localización de flotas o la fotografía del albarán.
- Los portales de contratación de transporte, como Intelogistica, Timocom o Wtrasnet, han supuesto otra revolución.
- El crecimiento de los **ERPS**, unido a la visibilidad, junto al *picking* por voz, son otras innovaciones a destacar.
- Sobre la **RFID** (véase 7.2.4), aún queda solucionar el precio del *tag* y su implantación individual en cada producto y en cualquier circunstancia.
- Código de barras dimensional (véase 7.2.2).
- Código QR (véase 7.2.3).

Sony tiene una cadena que parte directamente de la demanda (sistema *demand planning*).

Seur ofrece una alta visibilidad y trazabilidad de paquetes.

Mercadona innovó un modelo de gestión de acercar las plataformas logísticas a las áreas de venta, en lugar de utilizar almacenes centrales únicos.

Inditex ha implantado la filosofía logística del contra pedido: nada de colecciones, y sí fabricar lo que se pida y servir dos veces por semana a su red mundial de tiendas.

Dell (ordenadores) ha liderado una verdadera transformación con la fabricación personalizada de cada pedido, sin tiendas, sin stock, recibiendo la orden por internet y con visibilidad del trayecto.

Dia fueron los primeros en España en realizar *cross-docking* (véase 7.1.3) sobre los productos refrigerados y un modelo de distribución con una multitud de plataformas por todo el territorio nacional.

La **innovación**, tanto organizativa tecnológicamente como en formación, es el porvenir de la gran ventaja competitiva del futuro. **Innovar**, también en compras, producción, logística y planificación, será indispensable en este siglo XXI para convertirse en una economía de alto valor añadido.

RESUMEN

- Hay dos tipos de modelo de innovación logística, uno basado en el ciclo de vida del producto y otro basado en el grado de predictibilidad de la demanda.
- El modelo basado en el ciclo de vida del producto se fundamenta en que las estrategias a seguir para un determinado producto no pueden ser las mismas cuando éste nace que cuando está en la etapa de crecimiento, maduración o declive. Las variables competitivas en la etapa de crecimiento serán: rapidez y fiabilidad de entregas, calidad uniforme, flexibilidad a cambios del cliente, mientras que en la etapa de declive serán: coste mínimo, niveles de servicio aceptable y calidad uniforme.
- El modelo basado en el grado de predictibilidad de la demanda se fundamenta en el principio de Pareto, que enuncia que normalmente el 20 % de productos son los que satisfacen el 80 % de la demanda. Estos productos acostumbran a ser más previsibles, y, por tanto, podremos conseguir minimizar los costes aplicando a estos productos los principios de *producción ajustada (lean)*. El 80 % restante de productos son de más difícil predicción, y el éxito se podrá conseguir mediante una gestión que *minimice el tiempo de respuesta (ágil)*.
- En este 80 % de productos cuya demanda sólo supone un 20 % y que son de difícil predicción el punto clave será reducir el tiempo total (inventarios, proceso y transporte).
- Una aproximación, para la diferenciación entre la gestión **ajustada** y la **ágil**, la da la creación de inventarios estratégicos, en el punto de penetración de la demanda. Se trata de dividir el flujo del producto en dos partes, la parte anterior al punto de penetración del pedido (**lean**) y la posterior (**ágil**). El objetivo sería fabricar antes de este punto elementos modulares del producto final, que podrían ser planificados según previsiones, para constituir un stock estratégico, que es el punto donde se reciben los pedidos concretos de los clientes. Después de este punto se llevarían a cabo las operaciones de montaje final para personalizar los productos.
- Los dos modelos se relacionan, ya que los productos con una *demanda fácil de predecir* son los que normalmente están en la fase de la *madurez* (sopas de Gallina Blanca o los donuts de Panrico), y son definidos como productos «**funcionales**». Aquellos cuya demanda es muy *difícil de predecir* son los que normalmente están en la fase de *crecimiento*, como los de **moda** (los bolígrafos y las plumas de Inoxcrom o la ropa de Mango), y se les describe como «**innovadores**».
- La cadena de suministro para los productos funcionales debería ser distinta de la de los productos innovadores. **Para los productos funcionales debería ser una red** eficiente orientada a conseguir unos costes logísticos muy competitivos (*lean*), ya que tienen poco margen de beneficio y largo ciclo de vida; se ha de ser muy estricto en la gestión del binomio servicio-coste.
- La cadena de suministro para los productos innovadores debería ser de respuesta rápida: las prioridades son la flexibilidad y la capacidad de respuesta inmediata (*ágil*). Las nuevas tecnologías como internet facilitan el acceso a nuevos mercados y la creación de nuevos canales de comercialización; una gran herramienta al servicio de la desintermediación, un motor de mejora y de eliminación de costes de transacción y un instrumento para el desarrollo de servicios personalizados.
- Los últimos avances en el campo de la logística se centran en combinar los modelos logísticos encaminados a mejorar la eficiencia de los sistemas (ajustados, **lean**) con aquellos que facilitan una capacidad de respuesta rápida (*ágil*).
- Mientras que el modelo **lean** agrupa los conceptos y las prácticas que mejoran la efi-

cacia operativa y la eliminación de procesos que no aporten valor, el modelo «ágil» se centra en implantar programas que faciliten el análisis y la capacidad de adaptación al comportamiento de la demanda.

- El modelo ágil se basa en una alta velocidad de fabricación y de distribución desde el momento en que se reciben los pedidos o hemos estimado la demanda futura, ya sea estadísticamente por la historia (productos funcionales) o con un comité de expertos (productos innovadores). Es una aproximación práctica a la organización de la gestión de la cadena de suministro y su capacidad de estructurarse en torno del ciclo de pedido de cada cliente individual. Allan Harrison y René van Hoek proponen marcar las fronteras entre el *lean* y el ágil a partir de lo que definen como coste del proceso de suministro:

Costes del proceso de suministro: costes de distribución física + costes de adaptación al comportamiento del mercado (costes por obsolescencias o depreciaciones de los productos) + costes de las pérdidas de ventas por roturas de stocks.

- Cada vez son más las empresas que inician programas de *rediseño del proceso logístico* a partir de la constatación de que los costes de adaptación al comportamiento del mercado (costes por obsolescencias o depreciaciones de los productos) + costes de las pérdidas de ventas por roturas de stocks pueden, en muchos casos, superar los costes de distribución física.
- Los nuevos objetivos a alcanzar para conseguir el rediseño del proceso logístico son: mejorar los sistemas de planificación de la demanda en un entorno caracterizado por turbulencias constantes, facilitar los procesos de integración interna y externa al conectar los sistemas de información y optimizar las capacidades productivas y de almacenaje.
- El suministro ágil, completamente relacionado con las cadenas *pull*, dirigidas por la demanda, supone un salto cualitativo para la logística y la gestión de la cadena de sumi-

nistro, orientada a reforzar la importancia de la *rapidez del servicio* como elemento diferenciador y clave para la competitividad empresarial.

- Se conoce como **lead time gap** la diferencia entre el **lead time logístico** y el **lead time del pedido**.
- La solución para reducir el **lead time gap** pasa por dos puntos: recortar el **lead time logístico** e intentar alargar el plazo deseado por el cliente (**lead time del pedido**).
- Los elementos que intervienen en el *lead time logístico* son: **transmisión del pedido**, **aprovisionamiento**, **fabricación** (fabricación, montaje, etc.) y **distribución** (almacenes, transportistas, distribuidores, minoristas, etc.). Los puntos donde se pierde más tiempo suelen ser los puntos de interconexión entre los diferentes eslabones de la cadena.
- Para reducir el *lead time logístico* se habría de aplicar la teoría de las limitaciones de Goldratt, también denominada «tecnología de la producción optimizada» (**OPT**), identificando los cuellos de botella y decidiendo cómo eliminar las limitaciones del sistema ya sea mediante horas extra, capacidades de las máquinas, recursos humanos, etc., y subordinando el resto (actividades no limitadas) a como han quedado las en principio limitadas.
- El punto de penetración del pedido es el lugar en el que el producto se personaliza para un cliente determinado; por debajo de este punto, el producto se enfoca al cliente concreto (contra pedido); por encima de este punto se realizan previsiones.
- El punto de penetración del pedido **no es el mismo para todas las industrias**, ya que depende del tipo de proceso que sigan; en las empresas que fabrican productos alimenticios envasados y pequeños utensilios el punto de pedido se sitúa en el almacén externo; por el contrario, tenemos las empresas que trabajan según las especificaciones del cliente, y en este caso el punto de pedido no se puede encontrar al final de la ca-

dena, sino justo al principio, en la etapa de diseño.

- Hay pocas empresas que tengan todos los puntos de pedido de sus productos o negocios en el mismo punto, es decir, **cada producto o mercado tiene un punto apropiado de penetración del pedido**.
- Uno de los principales objetivos de la gestión logística consiste en *encontrar métodos que permitan desplazar el punto de penetración de pedido hacia arriba*.
- Hay diferentes métodos para conseguir **desplazar el punto de penetración del pedido hacia arriba**: a) dejar para el final la concreción del producto final (**postponement**); b) la incorporación de métodos de transmisión de la información más rápidos, y c) tener conocimiento de las necesidades de los clientes lo antes posible.
- *Logística de entrada*. El sector del automóvil es el que primero lo ha desarrollado. El modelo seguido es el *lean*.

Al parque de proveedores llega la secuencia de suministro de conjuntos «abacade» según la previsión de fabricación de automóviles ordenados, que irán saliendo de la cadena de montaje, y a los centros de consolidación los *kanban* para el suministro de las piezas pequeñas a las líneas de montaje.

- *Logística de salida*. El sector de gran consumo de fabricantes y detallistas ha sido el más avanzado, con reaprovisionamiento continuo del stock del cliente (sectores como el farmacéutico y el químico) el modelo seguido es el ágil.
- El objetivo de la cadena de suministro ha de ser responder en tiempo real, tan rápido como sea posible, a la demanda, comprando, fabricando y distribuyendo aquello que en cada momento se necesita, minimizando así los stocks.
- La implantación de sistemas del tipo ERP (planificación de los recursos empresariales)

no ha funcionado demasiado bien, porque dependían de previsiones de demanda que se hacían incorrectamente, porque funcionaban en intervalos de tiempo de planificación demasiado grandes (meses), porque no se planificaban el transporte y la distribución, porque los almacenes no disponían de tecnología automática de adquisición de datos (escáneres por código de barras y radiofrecuencia para transmitir datos), o ésta no estaba integrada con el mismo ERP, o porque se buscaba un nivel óptimo local de funcionamiento que no coincidía con el óptimo de funcionamiento global de la cadena de suministro.

- Para resolver estos problemas en la aplicación de los sistemas ERP se han desarrollado módulos de nueva tecnología que deben ser aplicados convenientemente, según el tipo de mercado, como el SRM (*supplier relationship management*), los sistemas APS (*advanced planning systems*).
- Finalmente, se ha de considerar que el futuro del MRP pasa por la incorporación de los sistemas APS o sistemas avanzados de la cadena de planificación, que incluyen: simuladores de diseño de las cadenas de suministro, planificación de la demanda, cadena de suministro colaborativa, secuenciadores de la producción, gestión de transportes y rutas si la distribución es capilar e importante, gestión de acontecimientos de la cadena de suministro en tiempo real. Las nuevas tecnologías de la información e internet sin duda serán los grandes **facilitadores de la estrategia de operaciones los próximos años**.
- Los mayores avances en la creatividad logística han sido: el *software* de visibilidad BMP, el teléfono móvil, los portales de contratación de transporte, el crecimiento de los **ERPS**, unido a la visibilidad, junto al *picking* por voz, **RFID**, el código de barras dimensional, el código QR.

CUESTIONES

1. Tipos de modelo de innovación logística.
2. En qué se fundamenta el modelo basado en el ciclo de vida del producto.
3. Cuáles son las variables competitivas en la etapa de crecimiento y cuáles en la etapa de declive.
4. En qué se fundamenta el modelo basado en el grado de predictibilidad de la demanda.
5. Diferenciación entre la gestión ajustada y la ágil en el flujo del producto.
6. Relación entre los dos modelos de innovación logística.
7. Características diferenciadoras entre las cadenas de suministro para los productos funcionales y los innovadores.
8. Expresión del coste del proceso de suministro.
9. Objetivos a alcanzar para conseguir el rediseño del proceso logístico.
10. Qué se conoce como *lead time gap*.
11. Solución para reducir el *lead time gap*.
12. Elementos que intervienen en el *lead time* logístico.
13. En qué puntos habría que centrar la atención para reducir el *lead time* logístico y que habría de aplicarse.
14. Qué se conoce como punto de penetración del pedido.
15. ¿Todos los productos de una misma empresa tienen el mismo punto de penetración del pedido?
16. Métodos para conseguir desplazar el punto de penetración del pedido hacia arriba.
17. ¿Por qué la implantación de sistemas ERP no ha venido funcionando bien?
18. ¿Qué se ha hecho para conseguir que los sistemas ERP funcionen bien?
19. ¿Cuáles han sido los mayores avances en la creatividad logística?

RESPUESTAS A LAS CUESTIONES

1. Hay dos tipos de modelo de innovación logística, uno basado en el ciclo de vida del producto y otro basado en el grado de predictibilidad de la demanda.
2. El modelo basado en el ciclo de vida del producto se fundamenta en que las estrategias a seguir para un determinado producto no pueden ser las mismas cuando este producto nace que cuando está en la etapa de crecimiento, maduración o declive.

3. Las variables competitivas en la etapa de crecimiento serán: rapidez y fiabilidad de entregas, calidad uniforme, flexibilidad a cambios del cliente, mientras que en la etapa de declive serán: coste mínimo, niveles de servicio aceptable y calidad uniforme.
4. El modelo basado en el grado de predictibilidad de la demanda se fundamenta en el principio de Pareto, que enuncia que normalmente el 20% de productos son los que satisfacen el 80% de la demanda. Estos productos acostumbran a ser más previsibles, y, por tanto, podremos conseguir minimizar los costes aplicando a estos productos los principios de *producción ajustada (lean)*. El 80% restante de productos son de más difícil predicción, y el éxito se podrá conseguir mediante una gestión *que minimice el tiempo de respuesta (ágil)*.
5. La diferenciación entre la gestión **ajustada** y la **ágil** la proporciona la creación de inventarios estratégicos, en el punto de penetración de la demanda. Se trata de dividir el flujo del producto en dos partes, la parte anterior al punto de penetración del pedido (**lean**) y la posterior (**ágil**). El objetivo sería fabricar antes de este punto elementos modulares del producto final, que podrían ser planificados según previsiones, para constituir un stock estratégico, que es el punto donde se reciben los pedidos concretos de los clientes. Después de este punto se llevarían a cabo las operaciones de montaje final para personalizar los productos.
6. Los dos modelos se relacionan, ya que los productos con una *demanda fácil de predecir* son los que normalmente están en la fase de la *madurez* y son definidos como productos «**funcionales**». Aquellos cuya demanda es muy *difícil de predecir* son los que normalmente están en la fase de *crecimiento*, como los de *moda*, y se les describe como «**innovadores**».
7. La cadena de suministro para los productos funcionales debería ser distinta de la de los productos innovadores. **Para los productos funcionales debería ser una red** eficiente orientada a conseguir unos costes logísticos muy competitivos (*lean*), ya que tienen poco margen de beneficio y largo ciclo de vida; se ha de ser muy estricto en la gestión del binomio servicio-coste. La cadena de suministro para los productos innovadores debería ser de respuesta rápida: la prioridades son la flexibilidad y la capacidad de respuesta inmediata (*ágil*).
8. Costes del proceso de suministro: costes de distribución física + costes de adaptación al comportamiento del mercado (costes por obsolescencias o depreciaciones de los productos) + costes de las pérdidas de ventas por roturas de stocks.
9. Los objetivos a alcanzar son: **mejorar los sistemas de planificación de la demanda** en un entorno caracterizado por turbulencias constantes, facilitar los procesos de **integración interna y externa al conectar los sistemas de información y optimizar las capacidades productivas y de almacenaje**.
10. **Lead time gap** es la diferencia entre el **lead time logístico** y el **lead time el pedido**.
11. La solución para reducir el **lead time gap** pasa por dos puntos: recortar el **lead time logístico** e intentar alargar el plazo deseado por el cliente (**lead time del pedido**).
12. Los elementos que intervienen en el **lead time logístico** son: **transmisión del pedido, aprovisionamiento, fabricación** (fabricación, montaje, etc.) y **distribución** (almacenes, transportistas, distribuidores, minoristas, etc.).

13. Los puntos donde se pierde más tiempo suelen ser los puntos de interconexión entre los diferentes eslabones de la cadena. Para reducir el *lead time* logístico se habría de aplicar la teoría de las limitaciones de Goldratt, también denominada «tecnología de la producción optimizada» (**OPT**), identificando los cuellos de botella y decidiendo cómo eliminar las limitaciones del sistema ya sea mediante horas extra, capacidades de las máquinas, recursos humanos, etc., y subordinando el resto (actividades no limitadas) a como han quedado las en principio limitadas.
14. El punto de penetración del pedido es el lugar en el que el producto se personaliza para un cliente determinado; por debajo de este punto, el producto se enfoca al cliente concreto (contra pedido); por encima de este punto se realizan previsiones.
15. Cada producto o mercado tiene un punto apropiado de penetración del pedido.
16. Hay diferentes métodos para conseguir **desplazar el punto de penetración del pedido hacia arriba**: *a)* dejar para el final la concreción del producto final (*postponement*); *b)* la incorporación de métodos de transmisión de la información más rápidos, y *c)* tener conocimiento de las necesidades de los clientes lo antes posible.
17. La implantación de sistemas del tipo ERP no ha funcionado demasiado bien, porque dependían de **previsiones de demanda** que se hacían incorrectamente, porque funcionaban en intervalos de tiempo de planificación demasiado grandes (meses), porque **no se planificaban el transporte y la distribución**, porque **los almacenes no disponían de tecnología automática de adquisición de datos**, o ésta no estaba integrada con el mismo ERP, o porque se buscaba un nivel óptimo local de funcionamiento que no coincidía con el óptimo de funcionamiento global de la cadena de suministro.
18. Se han desarrollado módulos de nueva tecnología como el SRM y los sistemas APS que incluyen: simuladores de diseño de las cadenas de suministro, planificación de la demanda, cadena de suministro colaborativa, secuenciadores de la producción, gestión de transportes y rutas si la distribución es capilar e importante, gestión de acontecimientos de la cadena de suministro en tiempo real. Las nuevas tecnologías de la información e internet sin duda facilitarán **la estrategia de operaciones los próximos años**.
19. Los mayores avances en la creatividad logística han sido: el *software* de visibilidad BMP, el teléfono móvil, los portales de contratación de transporte, el crecimiento de los **ERPS**, unido a la visibilidad, junto al *picking* por voz, **RFID**, el código de barras dimensional, el código QR.

Después de leer este capítulo, usted deberá:

- Describir los diferentes conceptos utilizados en la gestión de la cadena de suministro.
- Describir los diferentes identificadores utilizados.
- Describir las diferentes técnicas utilizadas.

7.1. CONCEPTOS

A continuación se indican una serie de conceptos introductorios.

7.1.1. Efecto *bullwhip*

El **efecto látigo** es un fenómeno observado en las previsiones de la demanda que se presenta en los canales de distribución. El concepto tiene sus raíces en *Forrester J's Dinámica Industrial* (1961) y, por tanto, también se le conoce como el *efecto Forrester*, dado que el aumento de la demanda oscilante aguas arriba de una *cadena de suministro* recuerda a la forma que adquiere un látigo cuando alguien lo utiliza para atizar; por ello se hizo famoso como el efecto *bullwhip*.

Las causas del efecto *bullwhip* son debidas a que la demanda de los clientes rara vez es perfectamente estable, y las empresas deben preverla. Las previsiones se basan en las estadísticas, y rara vez son totalmente precisas. Debido a los errores de pronóstico, las empresas suelen realizar un stock de seguridad. Cada participante en la cadena de suministro tiene mayor variación en la demanda observada y, por tanto, una

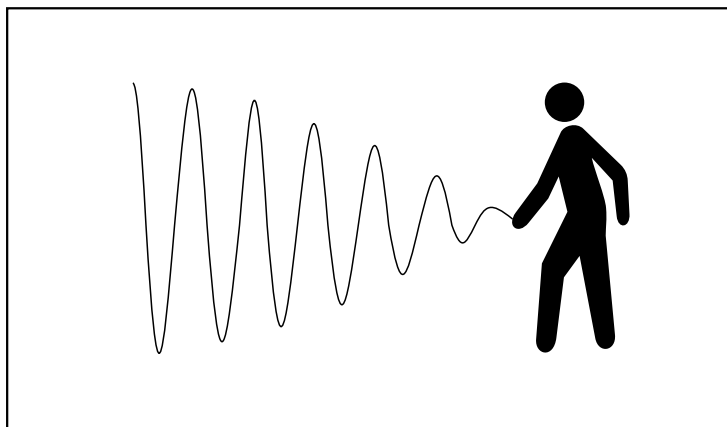


Figura 7.1. Efecto *bullwhip*: el cliente final realiza un pedido (látigo) y las fluctuaciones aguas arriba de la *cadena de suministro*.

mayor necesidad de existencias de seguridad. El efecto es que las variaciones se amplifican a medida que uno se desplaza aguas arriba en la cadena de suministro (más lejos del cliente).

La solución para evitar este efecto es *ampliar la visibilidad de la demanda* de los clientes en la medida de lo posible. Una forma de lograr esto es establecer una cadena de suministro impulsada por la demanda que reacciona a los pedidos de los clientes finales. En la *fabricación*, este concepto se llama *kanban*. Este modelo ha sido aplicado con éxito en la mayoría de Wal-Marts; desde el punto de venta los datos de la caja registradora son transmitidos a la sede corporativa varias veces al día. Esta información se utiliza para la preparación de envíos desde el centro de distribución de Wal-Mart hasta la tienda y desde el proveedor hasta el centro de distribución Wal-Mart. El resultado es una visibilidad casi perfecta de la demanda del cliente y el movimiento de inventario en toda la cadena de suministro.

7.1.2. El *pooling* de palés y contenedores

Consiste en el uso compartido de palés y contenedores *CHEP STANDARD* por parte de múltiples clientes o usuarios, convirtiéndose en una solución comercial estratégica para compañías que deciden disminuir su inversión en sistemas de envase y embalaje y quieren concentrarse en su núcleo de negocio.

El sistema *CHEP* es sencillo. *CHEP* entrega los palés y contenedores a los fabricantes y/o productores, según sus requerimientos y con garantía de disponibilidad y puntualidad, y éstos envían sus productos en los palés o contenedores a sus clientes. Luego *CHEP*, una vez vacíos, los recoge y los lleva a sus *service centers* para clasifi-

carlos, revisarlos y repararlos con el fin de volver a ponerlos a disposición de nuevos fabricantes, en óptimas condiciones de higiene y calidad.

CHEP es uno de los líderes mundiales en servicios *pooling* de palé y contenedores. Presta sus servicios a fabricantes, productores y distribuidores a lo largo de las diferentes cadenas de suministro del mundo. *CHEP* se ha implantado en la industria de alimentación y bienes de consumo, sector hortofrutícola, sector cárnico, bazar, bebidas, materias primas, sector petroquímico e industria de automoción. Mueve más de 265 millones de palés y contenedores desde una red global superior a 440 *service centers*, situados en 42 países. Presta sus servicios a más de 100.000 clientes de todo el mundo.

7.1.3. Cross docking

En logística el **cross-docking** corresponde a un tipo de preparación de pedido (una de las funciones del almacén logístico) sin colocación de mercancía en stock ni operación de *picking*. Permite transitar materiales con diferentes destinos o consolidar mercancías provenientes de diferentes orígenes.

En sentido estricto el *cross-docking* se hace sin ningún tipo de almacenaje intermedio. Evitar las operaciones de almacenamiento permite reducir el plazo necesario a las operaciones logísticas. Este sistema es utilizado especialmente, para los productos frescos o la prensa, por grandes distribuidores: Servientrega, Carrefour, Cecofar, Grupo Eroski, entre otros.

También se aplica a aquellos artículos cuyo tiempo de permanencia en el centro de consolidación es de pocas horas; no es lógico que este grupo de artículos se reciban, controlen y almacenen para, pocas horas después, sacarlos para su expedición, es decir, que se les dé el mismo tratamiento que al resto.

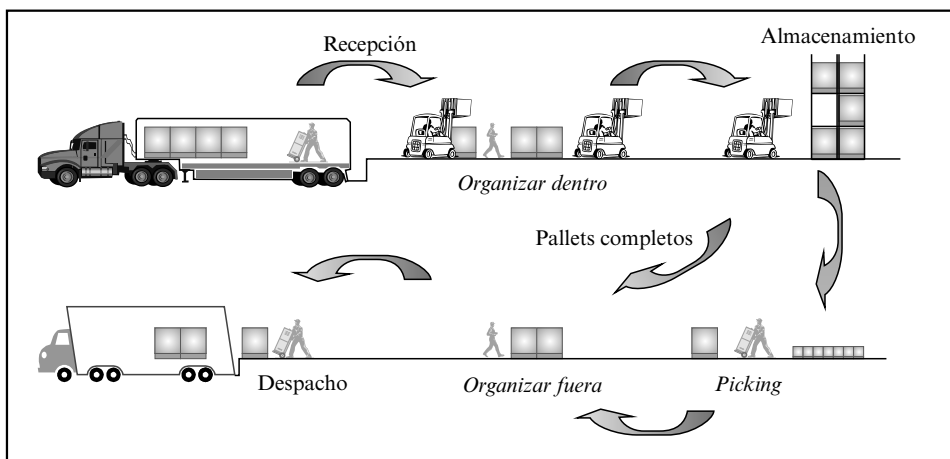


Figura 7.2. Sistema habitual sin *cross-docking*.

La intención del **cross-docking** es también acordar con los proveedores una preparación de la mercancía para reducir costes de recepción, almacenaje y preparación.

Para este sistema, se están implantando últimamente máquinas clasificadoras, que por medio de cintas transportadoras, y un sistema de clasificación, son capaces de distribuir automáticamente la mercancía por bocas de salida marcando el ritmo al operario, con el fin de abaratar costes.

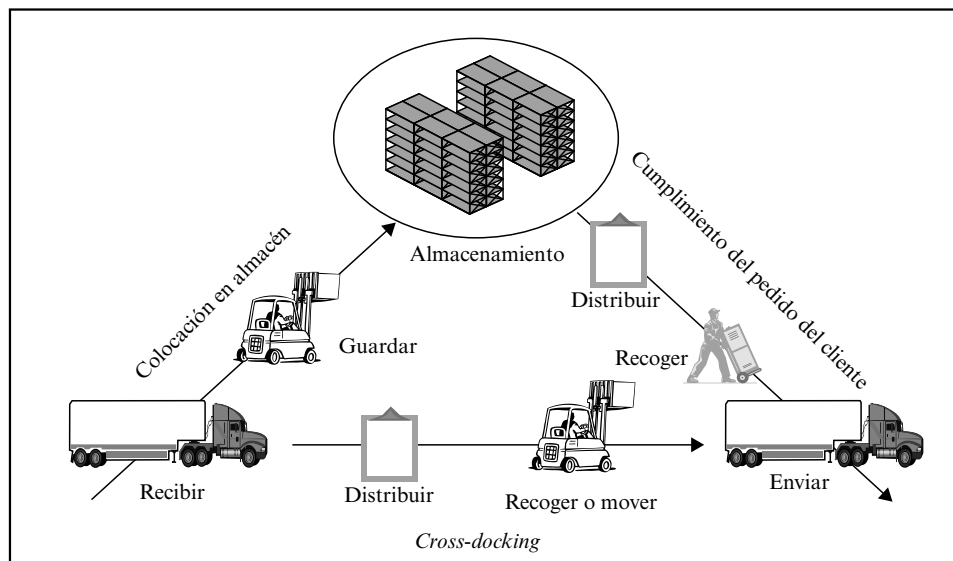


Figura 7.3. Comparación entre el sistema habitual y el *Cross-docking*.

7.2. IDENTIFICADORES

7.2.1. SKU

Stock-keeping unit o **SKU** (en español *número de referencia*) es un identificador usado en el comercio con el objeto de permitir el seguimiento sistemático de los productos y servicios ofrecidos a los clientes. Cada SKU se asocia con un objeto, producto, servicio, etc.

Los SKU no siempre se asocian con un ítem físico, sino que más bien se refieren a entidades facturables. Extensiones en la garantía, cargos de envío o instalación no son bienes físicos, pero tienen SKU porque son facturables. Quienes usan el método SKU asignan los números de acuerdo con su propio criterio, basados en las políticas de almacenamiento de datos de cada corporación a nivel regional o nacional. El seguimiento de los SKU difiere de otros métodos de seguimiento de productos en que no son controlados por una serie de regulaciones recomendadas por los fabricantes, ni tampoco por regulaciones de terceros.

Ejemplo: Una pieza tiene el número de parte 1.234, se empaqueta en cajas de a 20 y la caja es marcada con el mismo número de parte, 1.234. La caja es almacenada en el depósito. La caja de piezas es la **unidad de guardado de inventario** (*stock-keeping unit*, SKU) porque es la unidad que puede inventariarse. Incluso si el número de parte señala tanto a la pieza como a la caja de piezas por igual, la caja es la unidad en que se almacena. Los sistemas de administración de inventarios de mayor éxito asignan un SKU único para cada producto y cada una de sus variantes. Por ejemplo, diferentes colores o modelos de un producto tienen diferentes SKU. Esto permite saber, por ejemplo, si las camisetas azules se venden mejor que las verdes.

7.2.2. Código de barras lineal y bidimensional

Código de barras lineal

El código de barras es una secuencia de líneas (barras) blancas y negras que representan cierta información fácil de ser leída por dispositivos ópticos preparados para tal fin.

Son códigos que se leen en una sola dirección (horizontal). La codificación lineal permite representar un pequeño volumen de información, generalmente 20-30 caracteres. Los códigos de barras lineales más utilizados son: EAN, UPC, Code39, Code128, Codabar.

El siguiente cuadro resume los códigos de barras más populares:

Código	Tipo de datos que codifica	Densidad	Checksum	Longitud
Code 128 A	A-Z, 0-9, carácter especiales, códigos de control ASCII	Alta	Sí	Variable
Code 128 B	A-Z, a-z, 0-9 caracteres especiales	Alta	Sí	Variable
Code 128 C	0-9	Alta	Sí	Variable, número par de caracteres
Code 39	A-Z, 0-9, \$/+%	Media	Opcional	Variable
Code 93	ASCII completo	Alta	Doble	Variable
EAN 13	0-9	Media	Sí	Fija, 13 dígitos
EAN 8	0-9	Media	Sí	Fija, 8 dígitos
UPC-A	0-9	Media	Sí	Fija, 12 dígitos
UPC-E	0-9	Media	Sí	Fija, 8 dígitos
Codabar	0-9 \$/+	Alta	No	Variable
Bookland	0-9	Media	Sí	Fija, 13 + 5

Figura 7.4. Códigos de barras más populares.

Los códigos de barras almacenan datos en el interior de las líneas paralelas impresas (barras) y en los espacios entre ellas para su captura óptica.



Figura 7.5. Código de barras lineal.

Código de barras bidimensional

El código de barras 2D (código de barras bidimensional) almacena datos en dos dimensiones (horizontal y vertical), por lo que puede contener mucha más información que el código de barras 1D. En la actualidad el código bidimensional más usado es el Aztec.

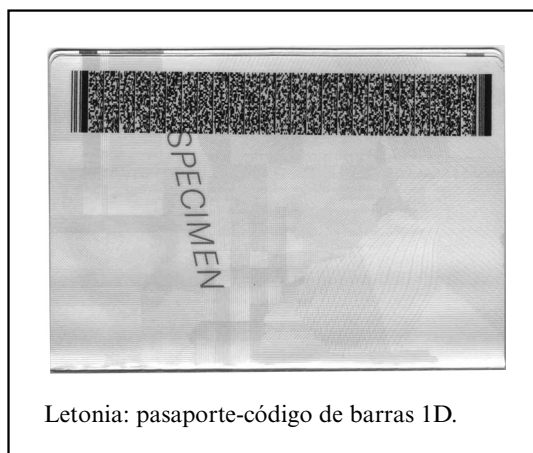


Figura 7.6. Código de barras bidimensional.

Los consumidores pueden acceder a sitios de internet para rastrear el origen de sus productos comprados o para saber el estado de los envíos escribiendo el código

en un cuadro de búsqueda en el sitio web de rastreo. Esto también se puede hacer a través de un teléfono inteligente tomando una imagen de un código de barras 2D o QR y abriendo así un sitio web que verifica la autenticación de producto.

7.2.3. Código QR



Figura 7.7. Código QR.

Dirección web: <http://www.edicionespiramide.es/libro.php?id=3574119>

Un **código QR** es un sistema para almacenar información en una matriz de puntos creado por la compañía japonesa Denso-Wave en 1994; se caracteriza por los tres cuadrados que se encuentran en las esquinas y que permiten detectar la posición del código al lector. Se puede almacenar mucha mas información que en un código de barras dimensional tradicional.

La sigla «QR» se derivó de la frase inglesa *quick response*, pues el creador aspiraba a que el código permitiera que su contenido se leyera a alta velocidad.

Aunque inicialmente se usó para registrar repuestos en el área de la fabricación de vehículos, hoy los códigos QR se usan para administración de inventarios en una gran variedad de industrias. Recientemente la inclusión de software que lee códigos QR en teléfonos móviles ha permitido nuevos usos orientados al consumidor, como en la publicidad o en las tarjetas de presentación, simplificando en gran medida la tarea de introducir detalles individuales de un nuevo cliente en la agenda de un teléfono móvil.

Los consumidores que cuenten con dispositivos y programas de captura, en combinación con un PC con interfaz RS-232C, pueden usar un escáner para leer los datos.

El estándar japonés para códigos QR ([JIS] X 0510) fue publicado en enero de 1999 y su correspondiente estándar internacional ISO (ISO/IEC18004) fue aprobado en junio de 2000.

Un detalle muy importante sobre el código QR es que su código es abierto y que sus derechos de patente (propiedad de Denso-Wave) no son ejercidos.

Aplicaciones de QR CODE. El artista japonés Takashi Murakami empleo la lógica de QR Code (*Quick Response Code*) para realizar esta estampa para la marca Louis Vuitton orientada al mercado japonés.

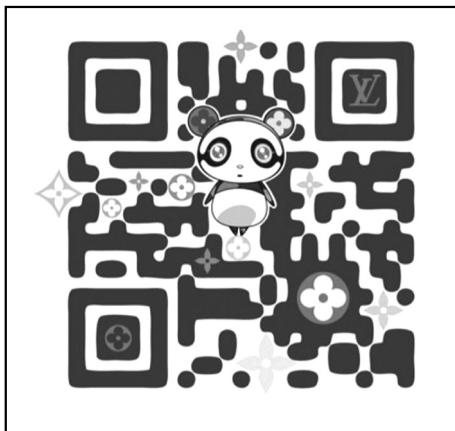


Figura 7.8. Código QR en estampa.

En este babero de bebés el QR esconde el mensaje «¡Yo soy el jefe!».



Figura 7.9. Código QR en babero.

En esta camiseta el QR esconde el mensaje «Te quiero».



Figura 7.10. Código QR en camiseta.

7.2.4. RFID

RFID (identificación por radiofrecuencia) es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados **etiquetas, tarjetas, transpondedores** o **tags RFID**. El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio. Las tecnologías RFID se agrupan dentro de las denominadas **auto ID** (identificación automática).

Aunque en la actualidad la tecnología más extendida para la identificación de objetos es la de los *códigos de barras*, éstos presentan algunas desventajas, como la imposibilidad de ser reprogramados. El origen de la tecnología RFID consistió en usar chips de silicio que pudieran transferir los datos que almacenaban al lector sin contacto físico, de forma equivalente a los lectores de infrarrojos utilizados para leer los códigos de barras.

Las etiquetas RFID son unos dispositivos pequeños, similares a una pegatina, que pueden ser adheridas o incorporadas a un producto, un animal o una persona. Contienen antenas para permitirles recibir y responder a peticiones por radiofrecuencia desde un emisor-receptor RFID. Las etiquetas pasivas no necesitan alimentación eléctrica interna, mientras que las activas sí lo requieren. Una de las ventajas del uso de radiofrecuencia (en lugar, por ejemplo, de infrarrojos) es que no se requiere visión directa entre emisor y receptor.

Ejemplos:

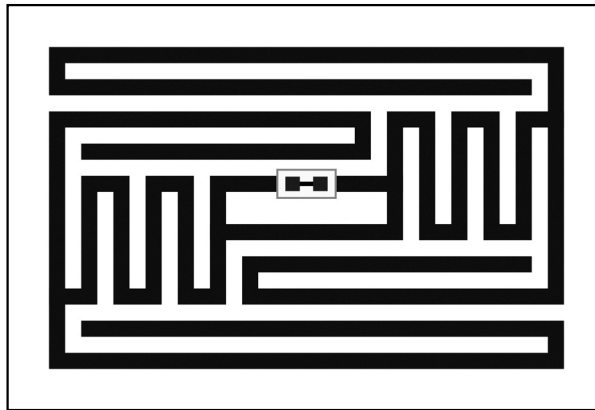


Figura 7.11. Etiqueta RFID en uso por Wal-Mart.



Figura 7.12. Chip RFID «pasivo» encapsulado para uso en uniformes y sector textil. Especial resistencia para lavanderías.

El modo de funcionamiento de los sistemas RFID es simple. La etiqueta RFID, que contiene los datos de identificación del objeto al que se encuentra adherido, genera una señal de radiofrecuencia con dichos datos. Esta señal puede ser captada por un lector RFID, el cual se encarga de leer la información y pasarla en formato digital a la aplicación específica que utiliza RFID.

Un sistema RFID consta de los siguientes componentes:

- **Etiqueta RFID o transpondedor:** compuesta por una antena, un transductor radio y un material encapsulado o chip. El propósito de la antena es permi-

tirle al chip, el cual contiene la información, transmitir la información de identificación de la etiqueta. Existen varios tipos de etiquetas. El chip posee una memoria interna con una capacidad que depende del modelo y varía de una decena a millares de bytes.

- **Lector de RFID o transceptor:** compuesto por una antena, un transceptor y un decodificador. El lector envía periódicamente señales para ver si hay alguna etiqueta en sus inmediaciones. Cuando capta una señal de una etiqueta (la cual contiene la información de identificación de ésta), extrae la información y se la pasa al subsistema de procesamiento de datos.
- **Subsistema de procesamiento de datos o Middleware RFID:** proporciona los medios de proceso y almacenamiento de datos.

7.2.4.1. Tipos de tags RFID

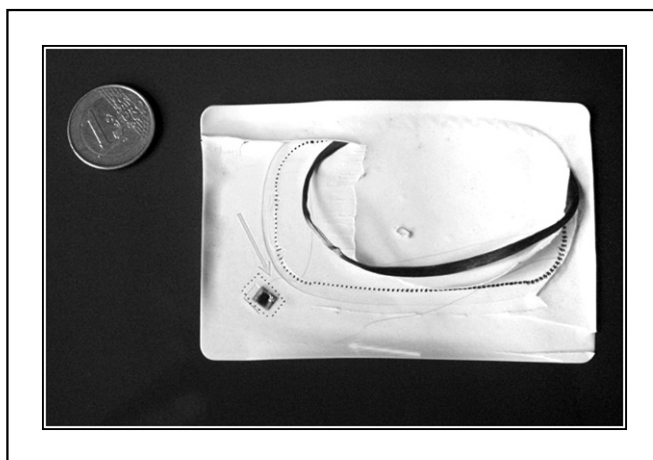


Figura 7.13. Chip RFID «pasivo». Comparación de un chip RFID con antena y una moneda de un euro.

Las tags RFID pueden ser activos, semipasivos (también conocidos como semiactivos o asistidos por batería) o pasivos. Los tags pasivos no requieren ninguna fuente de alimentación interna y son dispositivos puramente pasivos (sólo se activan cuando un lector se encuentra cerca para suministrarles la energía necesaria). Los otros dos tipos necesitan alimentación, normalmente una pila pequeña:

Tags pasivos

Los tags pasivos no poseen alimentación eléctrica. La señal que les llega de los lectores induce una corriente eléctrica pequeña y suficiente para operar el circuito integrado CMOS del tag de forma que puede generar y transmitir una respuesta.

Los tags pasivos suelen tener distancias de uso práctico comprendidas entre los 10 cm (ISO 14443) y unos pocos metros (EPC e ISO 18000-6), según la frecuencia de funcionamiento y el diseño y tamaño de la antena. Por su sencillez conceptual, son obtenibles por medio de un proceso de impresión de las antenas. Como no precisan de alimentación energética, el dispositivo puede resultar muy pequeño: pueden incluirse en una pegatina o insertarse bajo la piel (tags de baja frecuencia).

Tags activos

A diferencia de los tags pasivos, los activos poseen su propia fuente autónoma de energía, que utilizan para dar corriente a sus circuitos integrados y propagar su señal al lector. Estos tags son mucho más fiables. Gracias a su fuente de energía, son capaces de transmitir señales más potentes que las de los tags pasivos, lo que les lleva a ser más eficientes en entornos dificultosos para la radiofrecuencia, como a través del agua y del metal (contenedores, vehículos). También son efectivos a distancias mayores pudiendo generar respuestas claras a partir de recepciones débiles (lo contrario que los tags pasivos). Por el contrario, suelen ser mayores y más caros, y su vida útil es en general mucho más corta.

Muchos tags activos tienen rangos efectivos de cientos de metros y una vida útil de sus baterías de hasta 10 años. Algunos de ellos integran sensores de registro de temperatura y otras variables que pueden usarse para monitorizar entornos de alimentación o productos farmacéuticos.

Tags semipasivos

Los tags semipasivos se parecen a los activos en que poseen una fuente de alimentación propia, aunque en este caso se utiliza principalmente para alimentar el microchip y no para transmitir una señal. La energía contenida en la radiofrecuencia se refleja hacia el lector como en un tag pasivo. Un uso alternativo para la batería es almacenar información propagada desde el lector para emitir una respuesta en el futuro.

Este tipo de tags tienen una fiabilidad comparable a la de los tags activos, a la vez que pueden mantener el rango operativo de un tag pasivo. También suelen durar más que los tags activos.

7.2.4.2. Aplicaciones

Dependiendo de las frecuencias utilizadas en los sistemas RFID, el coste, el alcance y las aplicaciones son diferentes. Los sistemas que emplean frecuencias bajas tienen igualmente costes bajos, pero también baja distancia de uso. Los que emplean frecuencias más altas proporcionan distancias mayores de lectura y velocidades de lectura más rápidas.

Así, las de baja frecuencia se utilizan comúnmente para la identificación de animales, seguimiento de barricas de cerveza o como llave de automóviles con sistema

antirrobo. En ocasiones se insertan en pequeños chips en mascotas, para que puedan ser devueltas a su dueño en caso de pérdida.

Las etiquetas RFID de alta frecuencia se utilizan en bibliotecas y seguimiento de libros, seguimiento de palés, control de acceso en edificios, seguimiento de equipaje en aerolíneas, seguimiento de artículos de ropa y en pacientes de centros hospitalarios para hacer un seguimiento de su historia clínica.

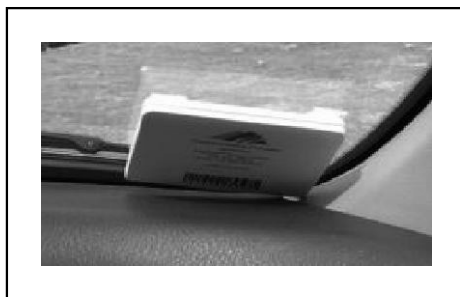


Figura 7.14. Etiqueta RFID utilizada para la recaudación con peaje electrónico.

Actualmente, la aplicación más importante de RFID es la logística. El uso de esta tecnología permite tener localizado cualquier producto dentro de la cadena de suministro. En lo referente a la trazabilidad, las etiquetas podrían tener gran aplicación, ya que pueden grabarse, con lo que se podría conocer el tiempo que el producto estuvo almacenado, en qué sitios, etc., optimizando así el manejo de los productos en las cadenas de suministro.

Las etiquetas RFID se ven como una alternativa que reemplazará a los códigos de barras UPC o EAN, puesto que tiene un número de ventajas importantes sobre la arcaica tecnología de código de barras. Quizá no logren sustituir en su totalidad a los códigos de barras, debido en parte a su coste relativamente más alto. Para algunos artículos con un coste más bajo la capacidad de cada etiqueta de ser única se puede considerar exagerada, aunque tendría algunas ventajas tales como una mayor facilidad para llevar a cabo inventarios.

Es mucho más probable que las mercancías sean seguidas en palés con producto único usando etiquetas RFID en lugar de códigos de barras únicos por artículo.

La unicidad de las etiquetas RFID significa que un producto puede ser seguido individualmente mientras se mueve de lugar en lugar, terminando finalmente en manos del consumidor. Esto puede ayudar a las compañías a combatir el hurto y otras formas de pérdida del producto. También se ha propuesto utilizar RFID para la comprobación del almacén desde el punto de venta y sustituir así a la persona que realiza la captación de códigos de barras.

Una organización llamada EPCglobal está trabajando en un estándar internacional para el uso de RFID en la identificación de cualquier artículo en la cadena de suministro para las compañías de cualquier tipo de industria, en cualquier lugar del

mundo. El consejo superior de la organización incluye representantes de EAN International, Uniform Code Council, The Gillette Company, Procter & Gamble, Wal-Mart, Hewlett-Packard, Johnson & Johnson, SATO and Auto-ID Labs. Algunos sistemas RFID utilizan estándares alternativos basados en la clasificación ISO 18000-6.

El estándar gen 2 de EPCglobal fue aprobado en diciembre de 2004, y es probable que llegue a formar la espina dorsal de los estándares en etiquetas RFID de ahora en adelante. En junio de 2006 la ISO adoptó el estándar bajo el nombre ISO/IEC 18000-6C.

7.3. SOFTWARE

7.3.1. SRM: la gestión de las relaciones con los proveedores

SRM (*supplier relationship management*) es un término que describe los métodos y procesos de una empresa que compra. Esto puede ser para la compra de suministros de uso interno, la compra de materias primas para el proceso de fabricación o para la adquisición de bienes de inventario para ser revendidos.

Las actividades son: supervisión y gestión de materiales y servicios, gestión de los proveedores y apoyo del proceso de adquisición de esos insumos.

Los principales proveedores de software son: BravoSolution, Ivalua, Emptoris, Ariba y SAP.

SAP ofrece su solución, llamada mySAP SRM, la cual posee distintos escenarios dentro del mundo SRM para cubrir las distintas necesidades de los clientes del área de aprovisionamiento, como así también las necesidades de compras en sí mismas.

7.3.2. CRM: la administración basada en la relación con los clientes

CRM (*customer relationship management*) es un modelo de gestión de toda la organización basado en la orientación al cliente.

La gestión de la relación con los clientes es parte de una estrategia de negocio centrada en el cliente. Una parte fundamental de su idea es, precisamente, la de recopilar la mayor cantidad de información posible sobre los clientes para poder brindarles soluciones que se adecuen perfectamente a sus necesidades.

CRM hace referencia a una estrategia de negocio basada principalmente en la satisfacción de los clientes, pero también a los sistemas informáticos que dan soporte a ésta.

Los sistemas CRM no siempre están relacionados con el telemarketing; en cambio el telemarketing indefectiblemente está relacionado con los sistemas CRM; a modo de ejemplo podemos ver el avance de nuevas tecnologías donde el Bluetooth puede tener una relación directa con un teléfono móvil de un cliente y facilitar el proceso de venta.

La parte fundamental de toda estrategia CRM es la *data ware house* (base de datos).

Para comenzar a implantar una buena base de datos se aconseja el desarrollo de un club de la empresa, aunque pueden generarse muchos datos con estrategias de comunicación convencionales como pueden ser la gráfica, radial, televisiva, *e-mailing*, *advertisement*, etc. La orientación al cliente es cada vez más importante. El objetivo es ofrecer al cliente aquello que necesita y en el momento en que lo necesita.

Uno de los mayores problemas para que las empresas exploten un producto CRM es el alto coste de estos productos comerciales, licencias adicionales como un sistema operativo y más aún el alto coste de su implantación y puesta en marcha. Durante los últimos años está teniendo un enorme éxito la utilización de CRM en modo *On Demand*, de forma que no es necesario adquirir servidores ni comprar el software sino que simplemente se «alquila» todo el sistema y se accede a él a través de internet.

7.3.3. DRP: planificación de los recursos de distribución

DRP (*distribution resource planning*) es un método usado en la administración de negocios para planificar la emisión de órdenes de productos dentro de la cadena de suministro. El DRP habilita al usuario para establecer ciertos parámetros para el control del inventario.

Los objetivos de la planificación de los recursos de distribución (DRP) son:

- Mejorar el servicio al cliente anticipando la demanda en los centros de distribución y proporcionando productos terminados en la ubicación adecuada.
- Proporcionar un plan de necesidades preciso para la fabricación.
- Optimizar la distribución de stock disponible en la red de distribución.

Para poder utilizar DRP, hay que configurar una red de distribución. Un grafo de distribución representa relaciones de entrega posibles entre los centros suministradores y los centros de distribución. DRP implica la preplanificación de la cadena de suministro desde la entrega hasta los centros de distribución, presuponiendo que existen pedidos de cliente o que hay previsiones de ventas disponibles. El objetivo principal de la preplanificación es determinar las cantidades que se necesitan en fechas específicas, incluyendo los ciclos de fabricación de los canales *push*. El grafo de distribución define el método de suministro para la ejecución.

7.3.4. CPFR: planeamiento participativo, pronóstico y reabastecimiento

CPFR (*collaborative planning forecasting and replenishment*) es una gestión en la cual los participantes de la cadena de suministro colaboran en la elaboración de las previsiones de ventas y los planes de reabastecimiento para tener una visibilidad más precisa de la demanda prevista y satisfacer la demanda futura. Este proceso permite

mejorar la sincronización de las acciones relativas a las previsiones de las ventas y la planificación de los suministros de todos los participantes. Permite reducir el nivel de existencias y mejorar la tasa de servicio frente al cliente final.

7.3.5. ECR: respuesta eficiente al consumidor

ECR (*efficient customer response*): es un conjunto de estrategias en las que clientes y proveedores trabajan conjuntamente para aportar valor añadido a los consumidores, pero a la vez reduciendo los costes de gestión de pedidos y almacenaje.

Como muestra la siguiente figura, lo normal es que sea el cliente (por ejemplo, El Corte Inglés) quien haga el pedido al proveedor (por ejemplo, Coca-Cola). Hace años este proceso se hubiera hecho por carta, posteriormente por fax o teléfono y, más recientemente, por correo electrónico.

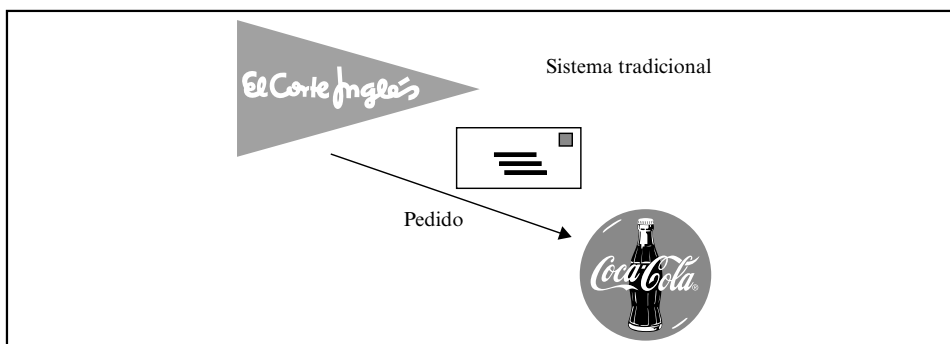


Figura 7.15. Sistema de emisión de pedidos tradicional.

Con un software de EDI (intercambio electrónico de datos) (véase 7.3.9), el Corte Inglés enviaría un mensaje normalizado llamado **ORDERS** (*purchase order message*). Como vemos, es el mismo procedimiento solo que a mayor velocidad.

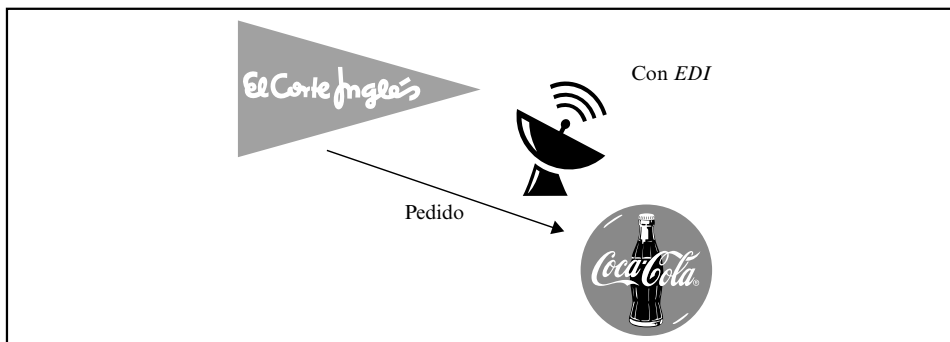


Figura 7.16. Sistema emisión de pedidos mediante EDI.

¿Pero quién puede predecir mejor la demanda de coca-colas? Probablemente todos contestaríamos que Coca-Cola, pues dispone de métodos de cálculo que, sobre la base del clima, campañas de marketing, etc., puede calcular mejor que el Corte Inglés cuántas coca-colas van a venderse. Entonces dejemos que sea ella quien, a partir de los datos de existencias de coca-colas en el almacén de El Corte Inglés, haga la «propuesta de pedido».

De eso trata el ECR o respuesta eficiente al proveedor. La pieza clave del ERC es el intercambio de información del punto de venta entre cliente y proveedor. A partir de ahí, se trata de generar previsiones de demanda consensuadas y compartir la gestión de los stocks. Los mensajes fundamentales de EDI que intervienen en el ECR son dos: el **INVRPT** (*inventory report*) y el **ORDERS**. Mediante el INVRPT, el cliente (El Corte Inglés) transmite información sobre el nivel de stock y el proveedor (Coca-Cola), estudia esos datos y hace una propuesta de pedido, enviando el mensaje **ORDERS**.

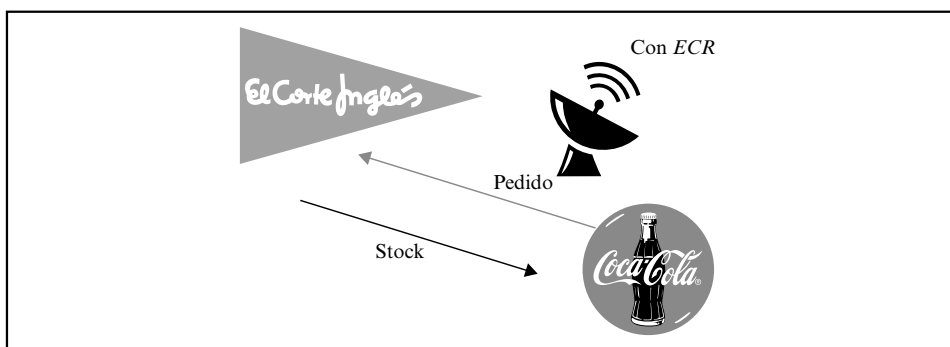


Figura 7.17. Sistema emisión de pedidos mediante ECR.

El mensaje **ORDERS** es el pedido; es el proveedor quien gestiona el inventario y, por tanto, procesa el pedido a partir de la información que ha recibido de **INVRPT**.

7.3.6. E-procurement: procuración electrónica

E-procurement (algunas veces también conocida como «directorio de proveedores») es la compra y venta de suministros, trabajo y servicios negocio-a-negocio (*business-to-business*, B2B), negocio-a-consumidor (*business-to-consumer*, B2C) o negocio-a-gobierno (*business-to-government*, B2G), a través de internet.

Los sitios web de *e-procurement* permiten que usuarios calificados y registrados busquen compradores o vendedores de bienes y servicios. Dependiendo del enfoque, los compradores o vendedores pueden especificar o invitar a subastas. Las transacciones pueden ser iniciadas y completadas. Las operaciones continuadas pueden calificar

a los clientes para descuentos por volumen u ofertas especiales. Los programas de *e-procurement* pueden hacer posible que se automaticen algunas actividades de compra y venta, se reduzcan los stocks y el exceso de intermediarios. Se espera que el *e-procurement* sea integrado a la cadena de valor compra-a-pago (*purchase-to-pay* o P2P), que es más amplia, con la tendencia al manejo de cadena de suministros computarizado.

Existen siete principales tipos de *e-procurement*:

1. **ERP basada en web (*web based ERP*):** crear y aprobar requisiciones de compra, realizar órdenes de compra y recibir mercancías y servicios a través del uso de una solución de software basada en la tecnología de internet.
2. **e-MRO (mantenimiento, reparación y puesta a punto; «*maintenance, repair and overhaul*»):** lo mismo que la ERP basada en web, excepto que los bienes y servicios ordenados son suministros de MRO no relacionados con productos.
3. **e-sourcing (e-perfilación):** identificar nuevos proveedores para una categoría específica de requerimientos de compra usando tecnologías de internet.
4. **e-tendering (e-licitación):** enviar peticiones para información y precios a proveedores y recibir sus respuestas, usando tecnologías de Internet.
5. **e-reverse auctioning (e-subasta revertida):** usar tecnologías de internet para comprar bienes y servicios de un número de proveedores conocidos o desconocidos.
6. **e-informing (e-información):** reunir y distribuir información de operaciones tanto para entidades internas como externas usando tecnologías de internet.
7. **e-marketsites (e-sitios mercantiles):** se expande sobre la ERP basada en Web para abrir cadenas de valor. Las comunidades compradoras pueden acceder a productos y servicios de proveedores preferidos, añadir a carros de compra, crear requisiciones, buscar aprobación, emitir recibos de órdenes de compra y procesar facturas con integración a las cadenas de proveedores y sistemas financieros de compradores.

El *e-procurement*, de manera similar al ECR, tiene la ventaja de tomar el manejo de la cadena de suministros al siguiente nivel, proveyendo información en tiempo real al vendedor de las necesidades de los clientes. Por ejemplo, un vendedor puede tener un acuerdo con un cliente para embarcar automáticamente materiales cuando el nivel de existencias de éste alcance un punto bajo; esto evita que el cliente pida el abastecimiento correspondiente.

7.3.7. Reingeniería de la cadena de suministros

Otra técnica de reaprovisionamiento eficiente es la reingeniería de la cadena de suministros, que trata de mejorar la expedición y recepción de mercancías. El provee-

El proveedor envía al cliente el mensaje DESADV (*despatch advice message*) de aviso de expedición cuando salen las mercancías. Así, el cliente puede tenerlo todo preparado. Una vez recibida la mercancía, el cliente envía el mensaje RECADV (*receiving advice message*) para confirmar que se ha recibido la mercancía.

Puede intervenir un intermediario entre el cliente y el proveedor, que es el operador logístico. En este caso es él quien envía al cliente el mensaje DESADV y recibe el RECADV. Recibe del proveedor el mensaje INSDDES de instrucción de despacho y le envía el mensaje DESSTA de situación de despacho.

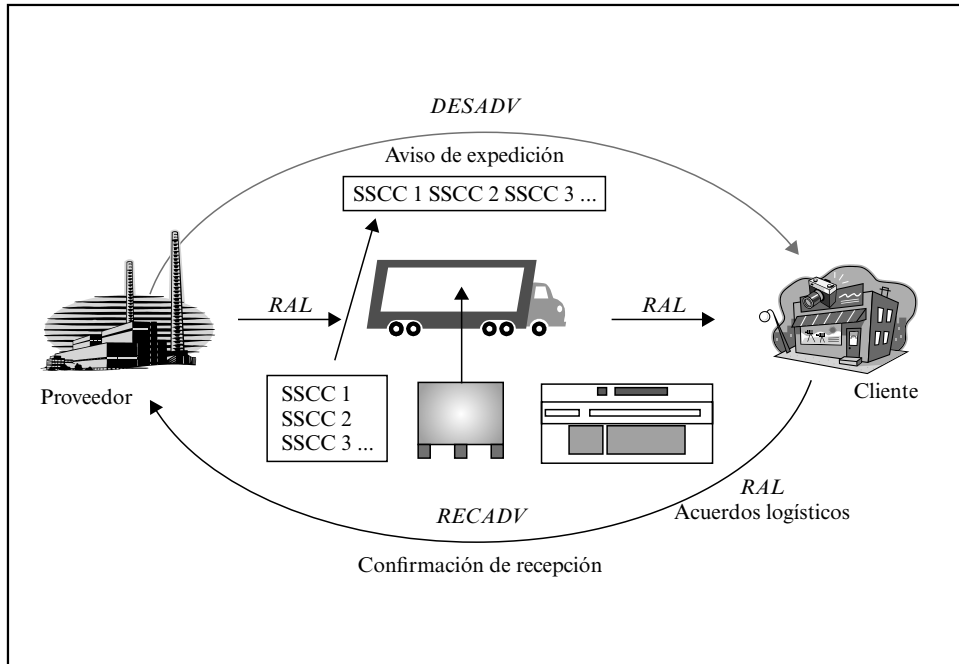


Figura 7.18. Reingeniería de la cadena de suministro.

7.3.8. Middleware

El *middleware* es un software de conectividad que ofrece un conjunto de servicios que hacen posible el funcionamiento de aplicaciones distribuidas sobre plataformas heterogéneas.

El *middleware* nos abstrae de la complejidad y heterogeneidad de las redes de comunicaciones subyacentes, así como de los sistemas operativos y lenguajes de programación, proporcionando una API (**interfaz de programación de aplicaciones**) para la fácil programación y manejo de aplicaciones distribuidas.

El API es el conjunto de funciones y procedimientos utilizados en la programación orientada a objetos que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción. Son usadas generalmente en las bibliotecas (también denominadas vulgarmente «librerías») para conseguir abstracción en la programación.

Los *middleware* han aparecido de manera relativamente reciente en el mundo de la informática; hoy en día en los móviles se aplica esta tecnología para el soporte de las llamadas VOIP (véase 7.3.10).

7.3.9. EDI: intercambio electrónico de datos

EDI (*electronic data interchange*) es un software *middleware* que permite la conexión a distintos sistemas empresariales como ERP o CRM. El intercambio electrónico de datos puede realizarse en distintos formatos: EDIFACT (*electronic data interchange for administration, commerce and transport*), XML, ANSI ASC X12, TXT, etc.

EDIFACT es un estándar de la ONU para el intercambio de documentos comerciales en el ámbito mundial, y existen subestándares para cada entorno de negocio (distribución, automoción, transporte, aduanero, etc.) o para cada país. Así, por ejemplo, AECOC regula el estándar EDI del sector de distribución. Para el intercambio de este tipo de información se suelen utilizar las redes de valor añadido (*valued added network* o VAN). Además del intercambio de la información, estas redes permiten su registro.

Ejemplos de aplicaciones compatibles con EDI

- EDICOM desarrolla software específico para el intercambio electrónico de datos en modo ASP-SaaS, como EDIWIN. Sus soluciones están muy extendidas en sectores como la sanidad, o el logístico, siendo la compañía de mayor implantación en el mercado de la gran distribución en España. Permite el envío, recepción e integración de todo tipo de transacciones con independencia del formato o protocolo de comunicaciones, gracias, entre otros, al servicio de conexión a través de su propia VAN (*value added network*) EDI-COMNet.
- MIC2000 ERP + es un software de gestión empresarial, basado en tecnología de base de datos Oracle, que entre sus múltiples funcionalidades permite a las empresas la generación/recepción de ficheros EDI (ORDERS, INVOICE, DESADV, RECADV...), que integra en el sistema ERP, evitando la duplicación en la gestión de la información y facilitando la gestión de los procesos EDI de la empresa.
- SERESNET es un software propietario de comunicaciones EDI multiformato (EDIFACT, XML, ODETTE, etc.) y multiprotocolo (SMTP, VAN, AS2, etc.).

Permite la integración con la mayoría de ERP del mercado y sitios web. Desarrollado por la empresa SERES, está perfectamente integrado para el uso de la factura telemática con firma electrónica por AECOC.

- openXpertya es un ERP de código abierto en español, especialmente adaptado para la legislación y el mercado español e hispanoamericanos. Incluye solución de CRM y comercio electrónico a tres niveles con soporte EDI multiformato y multiprotocolo. openXpertya es software libre.
- GENERIX Group, INFLUE, desde 1990, gracias a su fuerte experiencia en el *supply chain management*, ha desarrollado una gama de productos de intercambios electrónicos, de herramientas logísticas (aprovisionamiento), de sincronización de datos para catálogos electrónicos.
- IBM *WebSphere Datapower Appliances* es un dispositivo de alto desempeño que permite realizar tareas de bus de integración, transformación entre distintos formatos y protocolos, en especial XML, EDI, CVS y otros.
- Editran, de la compañía Indra, está muy extendido en España.

7.3.10. VoIP: voz sobre IP

VoIP: voz sobre protocolo de internet es una familia de metodologías, protocolos de comunicación y tecnologías de transmisión para la entrega de comunicaciones de voz y multimedia y *sesiones sobre protocolo de internet (IP)*. Otros términos frecuentes y a menudo utilizados como sinónimo de VoIP son la telefonía IP, telefonía por internet, voz sobre banda ancha (VoBB), telefonía, banda ancha y el teléfono de banda ancha.

La telefonía por internet se refiere a los servicios de comunicación —voz, fax, SMS y/o aplicaciones de mensajería de voz— que son transportados a través de internet en lugar de hacerlo a través de la red telefónica pública conmutada (PSTN). Los pasos a seguir en el origen de una llamada telefónica de VoIP son la señalización y el canal de configuración de medios, la digitalización de la señal de voz analógica, opcionalmente, de compresión, empaquetamiento, y la transmisión de protocolo de internet (IP) a través de una red de conmutación de paquetes. En el lado receptor se necesitan medidas similares para reproducir el flujo de voz original.

Un teléfono de VoIP necesita conectarse a un proveedor de servicios VoIP.

Debido a la eficiencia de ancho de banda y el bajo coste que la tecnología VoIP puede ofrecer, las empresas están poco a poco comenzando a migrar desde los sistemas tradicionales de telefonía de cable de cobre a los sistemas de VoIP para reducir sus costes telefónicos mensuales.

Las comunicación sobre la red IP es inherentemente menos fiable en contraste con la conmutación de circuitos de la red telefónica pública, ya que no proporciona un mecanismo basado en la red para asegurar que los paquetes de datos no se pierdan o sean entregados en orden secuencial.

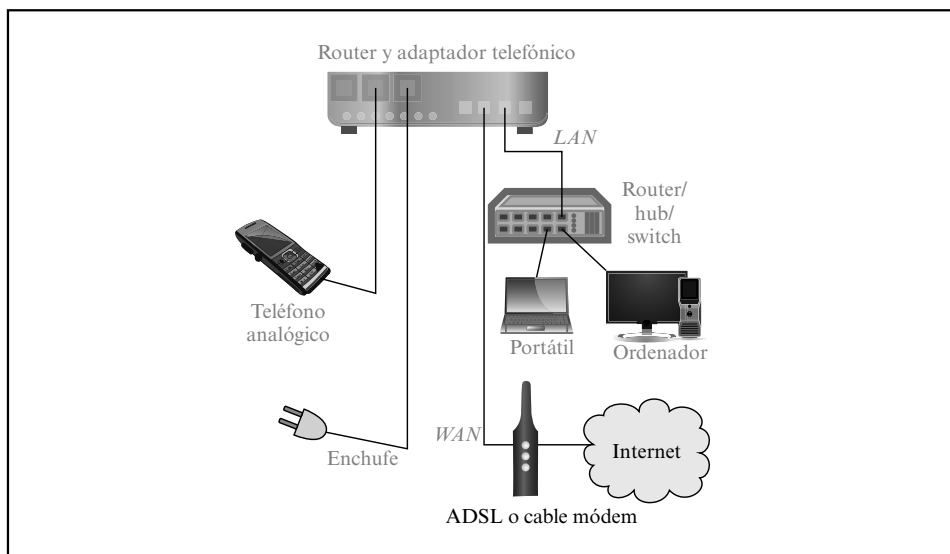


Figura 7.19. Red residencial incluyendo VoIP.

7.3.11. Office Open XML

Office Open XML (también llamado **OOXML** u **OpenXML**) es un formato de archivo abierto y estándar cuyas extensiones más comunes son .docx, .xlsx y .pptx. Se utiliza para representar y almacenar hojas de cálculo, diagramas, presentaciones y documentos de texto. Un archivo Office Open XML contiene principalmente datos basados en el lenguaje de marcado XML, comprimidos en un contenedor zip específico.

La especificación fue definida originalmente por Microsoft para reemplazar sus formatos binarios protegidos, además de los rudimentarios formatos de archivo basados en XML de Office 2003 (Microsoft Office XML).

Tras un par de años de trabajo, y luego de incorporar algunos de los cambios propuestos por miembros de las organizaciones ISO/IEC, se publicó una versión corregida de la especificación como estándar internacional ISO/IEC 29500:2008, Information technology —Office Open XML formats, y como ECMA-376 Office Open XML File Formats— 2.^a edición. La normativa ISO/IEC 29500 publicada en noviembre de 2008 consta de cuatro partes que pueden ser descargadas libremente para su consulta.

7.3.12. BPM: gestión de procesos de negocio (software de visibilidad)

BPM (*business process management*): es una metodología empresarial cuyo objetivo es mejorar la eficiencia a través de la gestión sistemática de los *procesos de negocio*, que se deben modelar, automatizar y optimizar de forma continua.

A través del modelado de las actividades y procesos puede lograrse un mejor entendimiento del negocio, y muchas veces esto presenta la oportunidad de mejorarlos.

La automatización de los procesos reduce errores, asegurando que éstos se comporten siempre de la misma manera y proporcionando elementos que permitan visualizar su estado.

La información que se obtiene de la ejecución diaria de los procesos permite identificar posibles ineficiencias y actuar para optimizarlos.

Para soportar esta estrategia es necesario contar con un conjunto de herramientas que brinden el soporte necesario para cumplir con el ciclo de vida de BPM llamadas *business process management system* (BPMS).

El suministrador **Progress Software** ha introducido en el mercado *Progress Actio-nal 7.1*, herramienta diseñada con el fin de ofrecer a las empresas visibilidad para la gestión de procesos de negocio.

Con esta herramienta, si es preciso cambiar o actualizar un servicio, los usuarios podrán conocer por anticipado el impacto que tendrá la modificación en cuestión sobre los procesos mediante la medición de su efecto sobre diversas aplicaciones, como puede ser el sistema de procesamiento de entradas de pedidos.

7.3.13. ERP: planificación de recursos empresariales

Los resultados del sistema MRP pueden utilizarse como base para la planificación de casi todas las actividades globales de la empresa, incluyendo necesidades de marketing, finanzas, ingeniería y recursos humanos. Esto ha llevado al desarrollo de sistemas bastante completos y sofisticados durante los últimos años.

Primero vino la generación del MRP I (planificación de materiales), que evolucionó después a lo que se denomina MRP II (o planificación de recursos de manufactura; posteriormente estos sistemas continuaron evolucionando hasta llegar a lo que generalmente se conoce como «ERP» (por las siglas en inglés de *enterprise resource planning*), o sistema de planificación de recursos empresariales.

La premisa básica del ERP es que los planes de producción de la compañía deriven de (o trazan las directrices de) las decisiones de prácticamente todas las demás partes de la empresa. En otras palabras, ningún área funcional en una compañía puede, ni debe, operar de manera aislada.

Estos sistemas no sólo están integrados, sino que por lo general utilizan una base de datos común, con lo que la información utilizada para tomar las decisiones de la empresa se encontrará disponible para todas las funciones clave.

Ejemplos:

- Ventas y marketing proporcionan la información respecto de ventas futuras, y pueden utilizar el sistema para comprometer pedidos.

- Recursos humanos puede proyectar la necesidad de personal, incluyendo los tiempos, habilidades y cantidades, así como utilizar la información para determinar los requerimientos y programas de capacitación.
- Los proveedores y distribuidores pueden formar parte integral del sistema de planificación, convirtiendo el concepto de «administración de la cadena de suministro» más en una realidad que sólo en un punto de vista conceptual.

A pesar de las ventajas obvias que un sistema integrado como éste puede ofrecer, su implementación exitosa puede convertirse en un mayor reto que la de un sistema menos integrado. Un sistema integrado es como una pieza compleja de maquinaria: cada una de sus partes debe trabajar correctamente y en conjunto con las demás; de lo contrario, la maquinaria no cumplirá las expectativas para las que fue diseñada. Estos conceptos implican la necesidad de que todas las organizaciones lleven a cabo un análisis detallado de sus procesos, y muchas encontrarán que se requiere una importante labor de mejora o una reingeniería total de procesos antes de que puedan proceder lógicamente con cualquier implementación de ERP.

La naturaleza integradora de los sistemas hace que el éxito de su implementación sea algo muy complicado; muchas compañías no lo han logrado, aun cuando en casi todos los casos hicieron un gran esfuerzo intentándolo. El éxito de la implementación exige un grupo de personal altamente capacitado, y por lo general también se necesita un nivel similar de habilidad para administrarlo y mantenerlo operativo.

Proveedores destacables de ERP son: SAP y ORACLE.

Véase el apéndice «Programas informáticos para la planificación de los recursos empresariales (ERP).

7.3.14. XPPS (INFORXpert): planificación y control de la producción

XPPS (*Produktionsplanung und-steuerung*) es el nombre que recibió hasta aproximadamente 2006 la aplicación INFORXpert. **XPPS** es un ERP orientado a proveedores del sector de automoción.

XPPS fue desarrollado por la empresa R + H (siglas de los señores Rembolt y Holzer), de origen alemán, en 1981. En 1988 R + H se fusiona con el grupo BiW formando Brain International y a finales de 1999 adquirió la firma norteamericana CMI Competitive Solutions, convirtiéndose de esta forma en el primer proveedor mundial de software SCM para automoción. En noviembre de 2006 Brain International fue adquirida por **Agilisys**, que posteriormente cambió su nombre por INFOR y continuó su política de adquisiciones, de forma que hoy cuenta con aproximadamente 70.000 clientes.

7.3.15. SGA: sistema de gestión de almacenes

SGA: Se denomina así a los programas informáticos destinados a gestionar la operativa de un almacén. Para ser considerado como tal, y no una simple gestión de

stocks, el programa no sólo ha de gestionar las ubicaciones de los productos sino también los movimientos de los operarios y de las máquinas encargadas de la manipulación de los artículos.

Al ser un producto que trata un ámbito muy especializado, normalmente es un paquete departamental que se enlaza con el resto de la gestión empresarial o ERP, ya que los módulos de gestión de almacenes de los ERP estándar normalmente no cumplen todas las funcionalidades requeridas o carecen de los interfaces adecuados para el manejo bien de elementos de identificación automática (códigos de barras, tags de radiofrecuencia, visores *pick to light*, sistemas de *picking* por voz, etc.), bien de manipulación automática (*miniloads*, transelevadores, caminos de rodillos, etc.).

Un SGA posee dos tipos básicos de mecanismos de optimización, uno dedicado a optimizar el espacio de almacenaje, mediante una adecuada gestión de ubicaciones, y otro destinado a optimizar los movimientos o flujos de material, bien sean éstos realizados por máquinas o por personas.

7.3.16. APS: sistemas avanzados de planificación

APS es especialmente adecuado para entornos en que los métodos más sencillos de planificación no pueden abordar adecuadamente el complejo equilibrio entre las prioridades en competencia.

En las redes de suministro altamente integradas en las que los stocks de seguridad prácticamente han desaparecido y, por tanto, sin apenas holguras se evidencia que los procedimientos con la filosofía MRP son insuficientes, algo que no se detecta en las redes logísticas que no están integradas.

APS es un sistema de software apoyado en los métodos cuantitativos de investigación operativa para la solución de problemas de planificación y estrechamente relacionado con el concepto de *supply chain management* (SCM) que se centra en la optimización de todo el sistema conjunto de producción y logística, yendo más allá del ERP.

7.3.17. *Track and trace*: seguimiento y rastreo de envíos

Se refiere a un proceso para determinar las ubicaciones actuales y pasadas de un objeto, informar de la llegada o la salida de éste, registrar su identificación, la ubicación, la hora y su estado. Un ejemplo de este método podría ser el seguimiento del envío proporcionado por *Deutsche Post* o *United Parcel*.

En respuesta a un creciente número de incidentes en alimentos, productos farmacéuticos, juguetes, etc., en que no era posible descubrir las causas que los originaron, han surgido en los últimos años una gama de soluciones y herramientas para la trazabilidad en la industria. La radiofrecuencia RFDI y los códigos de barras son dos métodos tecnológicos comunes que se utilizan para proporcionar trazabilidad.

7.3.18. Sistema de *picking* por voz

La **tecnología de voz** es uno de los adelantos más apasionantes, y más útiles, de la historia de las comunicaciones. Es la forma actual de trabajar con seguridad y productividad:

- Recibiendo órdenes habladas directamente desde el sistema informático.
- Trabajando, hablando y escuchando, con las manos y los ojos libres.
- Convirtiendo fácilmente un sistema manual de introducción de datos en un sistema de voz en tiempo real.

Los sistemas dirigidos por voz utilizan el reconocimiento y la síntesis del habla para convertir datos del ordenador central en instrucciones habladas para el operario.

Las transmisiones se envían a través de una red de radiofrecuencia que conecta el ordenador central al terminal que el operario lleva en un cinturón; unos auriculares le permiten oír las instrucciones y hablar con el sistema.

Este proceso de comunicación se repite cada vez que un operario y el ordenador central intercambian información. El resultado es un diálogo en tiempo real.

Con los sistemas de voz, los operarios escuchan y hablan con el sistema con la misma facilidad y naturalidad con la que hablan entre sí.

Se elimina la introducción manual de datos y las operaciones adicionales. No hay que leer pantallas de ordenador, pantallas de mano o papeles impresos ni manipular dispositivos porque los sistemas de voz hacen posibles las operaciones con las manos y los ojos libres.

Además, se eliminan los listados, las etiquetas y los errores.

También proporcionan un flujo de información en tiempo real que aporta mayor visibilidad y permite responder de forma proactiva.

7.3.19. OPM: *picking* automático

OPM (*order picking machinery*)

Ejemplos de aplicación: **Mercadona** tomó la decisión de gestionar su bloque logístico de productos refrigerados y congelados en León mediante el sistema de *picking* automático OPM (*order picking machinery*) del integrador general alemán, Witron Logistik + Informatik GmbH, con sede en Parkstein (Alemania). Ya en diciembre de 2008 se cerró con Witron el pedido correspondiente a la implantación del sistema OPM para el *picking* del surtido de productos de secos en el bloque logístico de León.

Durante 2012 está previsto poner en funcionamiento un sistema totalmente automatizado, que consta de 13 máquinas COM (*case oder Machine*) que prepararán *diariamente* 108.000 unidades de *picking* de aproximadamente 1.100 referencias del surtido de productos refrigerados, perecederos y congelados, y adecuado a la medida de las necesidades de cada centro de venta. Las máquinas COM preparan los pedidos de las unidades de *picking* alimentadas desde un almacén de bandejas que consta de

26 pasillos y está dividido en tres zonas a distinta temperatura (-23°C , $+2^{\circ}\text{C}$, $+12^{\circ}\text{C}$). Un almacén de paletas con aproximadamente 8.800 ubicaciones se ocupa de la reposición de las unidades de *picking*.

Aparte del sistema OPM, Mercadona utiliza por primera vez el nuevo sistema ATS (*automated tote system*), desarrollado por Witron, para poder preparar cajas de manera dinámica y totalmente automática. De un surtido de aproximadamente 330 artículos de productos refrigerados y perecederos, como, por ejemplo, fruta, verdura, carne o pescado, esta solución permite una preparación sin errores de algo más de 100.000 cajas al día que se suministran apiladas en paletas de pedido, de acuerdo con las necesidades de cada tienda. Para la preparación de los pedidos en el nuevo sistema ATS se han diseñado dos almacenes de cajas modulares e independientes (uno para $+12^{\circ}\text{C}$ y el otro para $+2^{\circ}\text{C}$) con un total de 16 pasillos y unas 29.000 ubicaciones. El sistema ATS proporciona una optimización significativa en todos los procesos; el flujo de materiales intralogístico se efectúa por completo, al igual que en el sistema OPM, de manera automática.

Leche Pascual desarrolla su plataforma logística de distribución de la mano de Dematic. El diseño de la plataforma logística se ha realizado conjuntamente con el equipo de proyectos del Grupo Leche Pascual. El proyecto es en sí de una complejidad elevada, ya que consiste en la implantación conjunta de tres almacenes robotizados de última generación, sistemas automatizados de flujo de materiales y zonas de *picking* entre los diferentes sistemas que conforman la instalación.

En 2009, Grupo Leche Pascual cumplió su 40 aniversario, y desde la aparición de la leche uperisada en briks su historia ha sido una continua apuesta por la innovación y la calidad. En la actualidad dispone de 12 plantas de producción y casi 3.000 empleados, y a la actividad que desarrolla en España se suma su presencia en más de 60 países. Con Aranda Plataforma Operacional Logística, se propuso como objetivo agrupar físicamente toda la actividad de almacenaje y planificación de la preparación y carga mediante la implantación de los más innovadores sistemas logísticos.

El conjunto de actividades de la plataforma, que se desarrolla en tres almacenes, dos circuitos de *picking*, almacén dinámico y muelles de carga, se conecta internamente mediante un sistema de transporte automático, que sustituye al antiguo sistema de transporte interno por carretillas. Se decidió instalar circuitos de electrovía aérea, que complementa los 50/70 transportadores a suelo y elevadores implantados por Dematic.

Los tres almacenes están comunicados entre sí mediante un sistema mixto de transportadores de rodillos y un conjunto de 76 carros que se desplazan por un circuito de electrovías. La gestión de los flujos físicos de palés, de entrada y salida a los silos y entre ellos mediante el sistema de carros se gestiona mediante una solución de Dematic.

En el *picking* automático (PAS) de la planta superior tanto la entrada y salida de palés como el *picking* están automatizados. Este circuito de *picking* está concebido para la preparación de pedidos de múltiples capas, independientemente de cuáles sean la referencia y la configuración de la capa. La función del *picking* automático es en definitiva absorber las puntas de trabajo y permitir que el equipo humano de preparación manual no sufra las desviaciones generadas por la demanda.

RESUMEN

- **Efecto bullwhip (efecto látigo)** es el aumento de la demanda oscilante aguas arriba de una cadena de suministro. Como la demanda de los clientes no es estable, las empresas deben preverla. Las previsiones se basan en las estadísticas, y rara vez son totalmente precisas. El efecto es que las variaciones se amplifican a medida que uno se desplaza aguas arriba en la cadena de suministro (más lejos del cliente final).
- **El pooling de palés y contenedores** consiste en el uso compartido de palés y contenedores CHEP STANDARD por parte de múltiples clientes o usuarios, convirtiéndose en una solución comercial estratégica para compañías que deciden disminuir su inversión en sistemas de envase y embalaje y quieren concentrarse en su núcleo de negocio.
- **Cross docking** corresponde a un tipo de preparación de pedido (una de las funciones del almacén logístico) sin colocación de mercancía en stock ni operación de *picking*. Permite transitar materiales con diferentes destinos o consolidar mercancías provenientes de diferentes orígenes.
- **SKU (stock-keeping unit), el número de referencia**, es un identificador usado en el comercio con el objeto de permitir el seguimiento sistemático de los productos y servicios ofrecidos a los clientes. Cada SKU se asocia con un objeto, producto, marca, servicio, cargos, etc.
- **Código de barras lineal** es una secuencia de líneas (barras) blancas y negras que representan cierta información fácil de ser leída por dispositivos ópticos preparados para tal fin. Son códigos que se leen en una sola dirección (horizontal).
- **Código de barras bidimensional** almacena datos en dos dimensiones (horizontal y vertical), por lo que puede contener mucha más información que el código de barras 1D.

En la actualidad el código bidimensional más usado es el Aztec.

- **Código QR** es un sistema para almacenar información en una matriz de puntos creado por la compañía japonesa Denso-Wave en 1994; se caracteriza por los tres cuadrados que se encuentran en las esquinas y que permiten detectar la posición del código al lector. Se puede almacenar mucha más información que en un código de barras dimensional tradicional. La sigla «QR» se derivó de la frase inglesa *quick response*, pues el creador aspiraba a que el código permitiera que su contenido se leyera a alta velocidad.

Aunque inicialmente se usó para registrar repuestos en el área de la fabricación de vehículos, hoy los códigos QR se utilizan para administración de inventarios en una gran variedad de industrias. Recientemente la inclusión de software que lee códigos QR en teléfonos móviles ha permitido nuevos usos orientados al consumidor, como en la publicidad o en las tarjetas de presentación, simplificando en gran medida la tarea de introducir detalles individuales de un nuevo cliente en la agenda de un teléfono móvil.

- **RFID (identificación por radiofrecuencia)** es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados **etiquetas, tarjetas, transpondedores o tags RFID**. El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio. Las tecnologías RFID se agrupan dentro de las denominadas **auto ID** (identificación automática).
- Un sistema RFID consta de los siguientes componentes: una antena, un transductor radio y un material encapsulado o chip, así como un subsistema **de procesamiento de datos o middleware RFID** que proporciona

- los medios de proceso y almacenamiento de datos.
- **SRM: la gestión de las relaciones con los proveedores** es un término que describe los métodos y procesos de una empresa que compra. Esto puede ser para la compra de suministros de uso interno, la compra de materias primas para el proceso de fabricación o para la adquisición de bienes de inventario para ser revendidos.
 - **CRM:** la administración basada en la relación con los clientes es un modelo de gestión de toda la organización orientado al cliente; la idea es, precisamente, la de recopilar la mayor cantidad de información posible sobre los clientes para poder brindarles soluciones que se adecuen perfectamente a sus necesidades.
 - **DRP:** planificación de los recursos de distribución es un método usado en la administración de negocios para planificar la emisión de órdenes de productos dentro de la cadena de suministro. Los objetivos son: mejorar el servicio al cliente anticipando la demanda en los centros de distribución y surtiendo de los productos terminados en la ubicación adecuada, proporcionar un plan de necesidades preciso para la fabricación y optimizar la distribución de stock disponible en la red de distribución.
 - **CPFR:** planeamiento participativo, pronóstico y reabastecimiento es una gestión en la cual los participantes de la cadena de suministro colaboran en la elaboración de las previsiones de ventas y los planes de reabastecimiento para tener una visibilidad más precisa de la demanda prevista y satisfacer la futura.
 - **ECR:** respuesta eficiente al consumidor es un conjunto de estrategias en las que clientes y proveedores trabajan conjuntamente para aportar valor añadido a los consumidores pero a la vez reduciendo los costes de gestión de pedidos y almacenaje. El cliente transmite información sobre el nivel de stock (INVRPT) y el proveedor estudia esos datos y hace una propuesta de pedido, enviando el mensaje ORDERS.
 - **E-procurement:** procuración electrónica, también conocida como directorio de proveedores, es la compra y venta de suministros, trabajo y servicios negocio-a-negocio (*business-to-business*, B2B), negocio-a-consumidor (*business-to-consumer*, B2C) o negocio-a-gobierno (*business-to-government*, B2G), a través de internet.
 - **Reingeniería de la cadena de suministros** es una técnica de reaprovisionamiento eficiente que trata de mejorar la expedición y recepción de mercancías. El proveedor envía al cliente el mensaje DESADV (*despatch advice message*), de aviso de expedición, cuando salen las mercancías. Así, el cliente puede tenerlo todo preparado. Una vez recibida la mercancía, el cliente envía el mensaje RECADV (*receiving advice message*) para confirmar que se ha recibido la mercancía.
 - **Middleware** es un software de conectividad que ofrece un conjunto de servicios que hacen posible el funcionamiento de aplicaciones distribuidas sobre plataformas heterogéneas. Abstrae de la complejidad y heterogeneidad de las redes de comunicaciones subyacentes, así como de los sistemas operativos y lenguajes de programación, proporcionando una API (**interfaz de programación de aplicaciones**) para la fácil programación y manejo de aplicaciones distribuidas.
 - **EDI: intercambio electrónico de datos**, es un software *middleware* que permite la conexión a distintos sistemas empresariales como ERP o CRM. El intercambio electrónico de datos puede realizarse en distintos formatos: EDIFACT (*Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport*), XML, ANSI ASC X12, TXT, etc.
 - **VoIP: voz sobre IP (voz sobre protocolo de internet)** es una familia de metodologías, protocolos de comunicación y tecnologías de transmisión para la entrega de comunicaciones de voz y multimedia, sesiones sobre protocolo de internet (IP).
 - **Office Open XML:** es un formato de archivo abierto y estándar cuyas extensiones más

comunes son .docx, .xlsx y .pptx. Se utiliza para representar y almacenar hojas de cálculo, diagramas, presentaciones y documentos de texto. Un archivo Office Open XML contiene principalmente datos basados en el lenguaje de marcado XML, comprimidos en un contenedor zip específico.

- **BPM: gestión de procesos de negocio (software de visibilidad)** es una metodología empresarial cuyo objetivo es mejorar la eficiencia a través de la gestión sistemática de los procesos de negocio, que se deben modelar, automatizar y optimizar de forma continua. La información que se obtiene de la ejecución diaria de los procesos permite identificar posibles ineficiencias en ellos y actuar para optimizarlos.

- **ERP: Planificación de recursos empresariales.**

Los resultados del sistema MRP pueden utilizarse como base para la planificación de casi todas las actividades globales de la empresa, incluyendo necesidades de marketing, finanzas, ingeniería y recursos humanos.

La premisa básica del ERP es que los planes de producción de la compañía derivan de (o trazan las directrices de) las decisiones de prácticamente todas las demás partes de la empresa. En otras palabras, ningún área funcional en una compañía puede, ni debe, operar de manera aislada.

- **XPPS (INFORXpert):** planificación y control de la producción es el nombre que recibió hasta aproximadamente 2006 la aplicación INFORXpert. **XPPS** es un ERP orientado a proveedores del sector de automoción.

- **SGA:** sistema de gestión de almacenes es la denominación de los programas informáticos destinados a gestionar la operativa de un almacén. Para ser considerado como tal, y no una simple gestión de stocks, el programa no sólo ha de gestionar las ubicaciones de los productos sino también los movimientos de los operarios y de las máquinas encargadas de la manutención de los artículos.

- **APS:** sistemas avanzados de planificación es un sistema de software apoyado en los métodos cuantitativos de investigación operativa para la solución de problemas de planificación estrechamente relacionado con el concepto de *supply chain management* (SCM) y que se centra en la optimización de todo el sistema conjunto de producción y logística, yendo más allá del ERP.

- **Track and trace:** Seguimiento y rastreo de envíos, se refiere a un proceso para determinar las ubicaciones actuales y pasadas de un objeto, informar de la llegada o la salida de éste, registrar su identificación, la ubicación, la hora y su estado.

- **Sistema de picking por voz:** se reciben órdenes habladas directamente desde el sistema informático, de modo que se trabaja simplemente hablando y escuchando, con las manos y los ojos libres, convirtiendo fácilmente un sistema manual de introducción de datos en un sistema de voz en tiempo real.

- **OPM: picking automatic:** preparación de pedidos de las unidades de *picking*, de forma totalmente automática.

CUESTIONES

1. Describir el efecto *bullwhip* (efecto látigo).
2. Describir en qué consiste el *pooling* de palés y contenedores.
3. Describir qué es el *cross-docking*.
4. Describir qué es el SKU.
5. Describir en qué consiste el código de barras lineal.
6. Comparar las diferencias entre el código de barras lineal y el código de barras bidimensional.
7. Describir qué es el QR y sus aplicaciones.
8. Describir qué es el RFID y su propósito fundamental.
9. Enumerar los componentes de un RFID.
10. Describir qué es el SRM.
11. Describir qué es el CRM.
12. Describir qué es el DRP y sus objetivos.
13. Describir qué es el CPFR.
14. Describir qué es el ECR.
15. Describir qué es el *e-procurement*.
16. Describir el funcionamiento de la técnica de reingeniería de la cadena de suministro.
17. Describir qué es el *middleware*.
18. Describir qué es el EDI.
19. Describir qué es el VoIP.
20. Describir qué es el Office Open XML.
21. Describir qué es el BMP.
22. Describir qué es ERP.
23. Describir qué es el XPPS.
24. Describir qué es el SGA.
25. Describir qué es el APS.
26. Describir qué es el *track and trace*.
27. Describir qué es el sistema de *picking* por voz.

RESPUESTAS A LAS CUESTIONES

1. **Efecto *bullwhip* (efecto látigo)** es el aumento de la demanda oscilante aguas arriba de una cadena de suministro. Como la demanda de los clientes no es estable, las empresas deben preverla. Las previsiones se basan en las estadísticas, y rara vez son totalmente precisas. El efecto es que las variaciones se amplifican a medida que uno se desplaza aguas arriba en la cadena de suministro (más lejos del cliente final).
2. **El *pooling* de palés y contenedores** consiste en el uso compartido de palés y contenedores CHEP STANDARD por parte de múltiples clientes o usuarios, convirtiéndose en una solución comercial estratégica para compañías que deciden disminuir su inversión en sistemas de envase y embalaje y quieren concentrarse en su núcleo de negocio.
3. ***Cross-docking*** es un tipo de preparación de pedido sin colocación de mercancía en stock ni operación de *picking*. Permite transitar materiales con diferentes destinos o consolidar mercancías provenientes de diferentes orígenes.
4. **SKU (*stock-keeping unit*), número de referencia**, es un identificador usado en el comercio con el objeto de permitir el seguimiento sistemático de los productos y servicios ofrecidos a los clientes. Cada SKU se asocia con un objeto, producto, marca, servicio, cargos, etc.
5. **Código de barras lineal** es una secuencia de líneas (barras) blancas y negras que representan cierta información fácil de ser leída por dispositivos ópticos preparados para tal fin. Son códigos que se leen en una sola dirección (horizontal).
6. **Código de barras bidimensional** almacena datos en dos dimensiones (horizontal y vertical), por lo que puede contener mucha más información que el código de barras 1D. En la actualidad el código bidimensional más usado es el Aztec.
7. **Código QR** es un sistema para almacenar información en una matriz de puntos creado por la compañía japonesa Denso-Wave en 1994; se caracteriza por los tres cuadrados que se encuentran en las esquinas y que permiten detectar la posición del código al lector. Se puede almacenar mucha más información que en un código de barras dimensional tradicional. La sigla «QR» se derivó de la frase inglesa *quick response*, pues el creador aspiraba a que el código permitiera que su contenido se leyera a alta velocidad.

Aunque inicialmente se usó para registrar repuestos en el área de la fabricación de vehículos, hoy los códigos QR se utilizan para administración de inventarios en una gran variedad de industrias. Recientemente la inclusión de software que lee códigos QR en teléfonos móviles ha permitido nuevos usos orientados al consumidor, como en la publicidad o en las tarjetas de presentación, simplificando en gran medida la tarea de introducir detalles individuales de un nuevo cliente en la agenda de un teléfono móvil.
8. **RFID (identificación por radiofrecuencia)** es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados **etiquetas, tarjetas, transpondedores o tags RFID**. El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio. Las tecnologías RFID se agrupan dentro de las denominadas **auto ID** (identificación automática).

9. Un sistema RFID consta de los siguientes componentes: una antena, un transductor radio y un material encapsulado o chip, así como un subsistema **de procesamiento de datos o middleware RFID** que proporciona los medios de proceso y almacenamiento de datos.
10. **SRM: la gestión de las relaciones con los proveedores** es un término que describe los métodos y procesos de una empresa que compra. Esto puede ser para la compra de suministros de uso interno, la compra de materias primas para el proceso de fabricación o para la adquisición de bienes de inventario para ser revendidos.
11. **CRM: la administración basada en la relación con los clientes** es un modelo de gestión de toda la organización orientado al cliente; la idea es, precisamente, la de recopilar la mayor cantidad de información posible sobre los clientes para poder brindarles soluciones que se adecuen perfectamente a sus necesidades.
12. **DRP: planificación de los recursos de distribución** es un método usado en la administración de negocios para planificar la emisión de órdenes de productos dentro de la cadena de suministro. Los objetivos son: mejorar el servicio al cliente anticipando la demanda en los centros de distribución y surtiendo de productos terminados en la ubicación adecuada, proporcionar un plan de necesidades preciso para la fabricación y optimizar la distribución de stock disponible en la red de distribución.
13. **CPFR: planeamiento participativo, pronóstico y reabastecimiento** es una gestión en la cual los participantes de la cadena de suministro colaboran en la elaboración de las previsiones de ventas y los planes de reabastecimiento para tener una visibilidad más precisa de la demanda prevista y satisfacer la demanda futura.
14. **ECR: respuesta eficiente al consumidor** es un conjunto de estrategias en las que clientes y proveedores trabajan conjuntamente para aportar valor añadido a los consumidores pero a la vez reduciendo los costes de gestión de pedidos y almacenaje. El cliente transmite información sobre el nivel de stock (INVRPT) y el proveedor estudia esos datos y hace una propuesta de pedido, enviando el mensaje ORDERS.
15. **E-procurement:** procuración electrónica, también conocida como directorio de proveedores, es la compra y venta de suministros, trabajo y servicios negocio-a-negocio (*business-to-business*, B2B), negocio-a-consumidor (*business-to-consumer*, B2C) o negocio-a-gobierno (*business-to-government*, B2G), a través de internet.
16. **Reingeniería de la cadena de suministros** es una técnica de reaprovisionamiento eficiente que trata de mejorar la expedición y recepción de mercancías. El proveedor envía al cliente el mensaje DESADV (*despatch advice message*), de aviso de expedición, cuando salen las mercancías. Así, el cliente puede tenerlo todo preparado. Una vez recibida la mercancía, el cliente envía el mensaje RECADV (*receiving advice message*) para confirmar que se ha recibido la mercancía.
17. **Middleware** es un software de conectividad que ofrece un conjunto de servicios que hacen posible el funcionamiento de aplicaciones distribuidas sobre plataformas heterogéneas. Abstrae de la complejidad y heterogeneidad de las redes de comunicaciones subyacentes, así como de los sistemas operativos y lenguajes de programación, proporcionando una API (**interfaz de programación de aplicaciones**) para la fácil programación y manejo de aplicaciones distribuidas.

18. **EDI: intercambio electrónico de datos** es un software *middleware* que permite la conexión a distintos sistemas empresariales como ERP o CRM. El intercambio electrónico de datos puede realizarse en distintos formatos: EDIFACT (*Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport*), XML, ANSI ASC X12, TXT, etc.
19. **VoIP: voz sobre IP (voz sobre protocolo de internet)** es cualquiera de una familia de metodologías, protocolos de comunicación y tecnologías de transmisión para la entrega de comunicaciones de voz y multimedia, sesiones sobre protocolo de internet (IP), como el de internet.
20. **Office Open XML** es un formato de archivo abierto y estándar cuyas extensiones más comunes son .docx, .xlsx y .pptx. Se utiliza para representar y almacenar hojas de cálculo, diagramas, presentaciones y documentos de texto. Un archivo Office Open XML contiene principalmente datos basados en el lenguaje de marcado XML, comprimidos en un contenedor zip específico.
21. **BPM: gestión de procesos de negocio (software de visibilidad)** es una metodología empresarial cuyo objetivo es mejorar la eficiencia a través de la gestión sistemática de los *procesos de negocio*, que se deben modelar, automatizar y optimizar de forma continua. La información que se obtiene de la ejecución diaria de los procesos permite identificar posibles ineficiencias en ellos y actuar para optimizarlos.
22. **ERP: planificación de recursos empresariales.** Los resultados del sistema MRP pueden utilizarse como base para la planificación de casi todas las actividades globales de la empresa, incluyendo necesidades de marketing, finanzas, ingeniería y recursos humanos.

La premisa básica del ERP es que los planes de producción de la compañía derivan de (o trazan las directrices de) las decisiones de prácticamente todas las demás partes de la empresa. En otras palabras, ningún área funcional en una compañía puede, ni debe, operar de manera aislada.
23. **XPPS (INFORXpert):** planificación y control de la producción es el nombre que recibió hasta aproximadamente 2006 la aplicación INFORXpert. **XPPS** es un ERP orientado a proveedores del sector de automoción.
24. **SGA: sistema de gestión de almacenes** es la denominación de los programas informáticos destinados a gestionar la operativa de un almacén. Para ser considerado como tal, y no una simple gestión de stocks, el programa no sólo ha de gestionar las ubicaciones de los productos, sino también los movimientos de los operarios y de las máquinas encargadas de la manutención de los artículos.
25. **APS: sistemas avanzados de planificación** es un sistema de software apoyado en los métodos cuantitativos de investigación operativa para la solución de problemas de planificación estrechamente relacionado con el concepto de *supply chain management* (SCM) y que se centra en la optimización de todo el sistema conjunto de producción y logística, yendo mas allá del ERP.
26. **Track and trace:** seguimiento y rastreo de envíos, se refiere a un proceso para determinar las ubicaciones actuales y pasadas de un objeto, informar de la llegada o la salida de éste, registrar su identificación, la ubicación, la hora y su estado.
27. **Sistema de picking por voz:** se reciben órdenes habladas directamente desde el sistema informático, de modo que se trabaja simplemente hablando y escuchando, con las manos y los ojos libres, convirtiendo fácilmente un sistema manual de introducción de datos en un sistema de voz en tiempo real.

APÉNDICE

Programas informáticos para la planificación de los recursos empresariales (ERP)

A continuación se indican una serie de programas informáticos con una enumeración de sus características generales.

1. MARINO ERP

Está formado por los siguientes módulos:

- Logística de almacenes: Preparación de pedidos, Expediciones, Ubicaciones dinámicas, Control entradas y salidas, Terminales EAN.
- Gestión comercial: Ficheros maestros, Compras y Ventas, Gestión de Stocks, Import/Export, Control de calidad.
- Control de stocks: Preparación de pedidos, Expediciones, Ubicaciones dinámicas, Control entradas y salidas, Terminales EAN.
- Gestión de fabricación: Escandallos/estructuras, Órdenes de fabricación, MRPI / MRPII, Captura de datos en planta, Talleres exteriores.
- Business intelligence: Cubos dinámicos OLAP, KPI/DashBoard, Estadísticas configurable, Intuitivo y funcional, Minería de datos.
- Marino mobile: Diversos perfiles de trabajo, Seguimiento de actividades, Entorno personalizable, Gestión de pedidos, Conexión online/offline.
- Marino e-commerce: Autenticación de usuarios, Entorno parametrizable, Gestión de pedidos, Integración con ERP, Disponibilidad 24 × 7.
- Portal de acceso: Acceso web, Perfiles móviles por usuario, Control de acceso seguro, Pantallas configurables, Entorno claro e intuitivo.
- Gestión financiera: Contabilidad y cartera, Analítica y amortizaciones, Documentos oficiales, Ratios configurables, Multiempresa.

- Gestión SAT: Contratos mantenimiento, Avisos/partes de trabajo, Calendarios, Movilidad SAT, Números de serie.
- Cuadro de mandos: Control de eventos, Personalizable × usuario, Diversos tipos de alerta, Alertas visuales, Histórico de alertas.
- Marino TPV: Punto de venta al público, Conexión online/offline, Arqueos de caja, Integración con hardware, Rápido y funcional.
- Fidelización de clientes: Gestión de promociones, Catalogo de obsequios, Gestión y saldo de puntos, Zona cliente personalizable, Fidelización de clientes.

inology@inology.com

2. SAP ECC 6.0

SAP se estableció en 1972 en Alemania y hoy en día es el mayor proveedor de servicios de software. En el momento actual la última versión de SAP ERP es SAP ECC 6.0, que anteriormente era SAP R/3.

Otros productos para pymes son: SAP Business One y SAP todo en uno.

El sistema SAP ECC 6.0 comprende muchos módulos integrados, que abarcan prácticamente todos los aspectos de la administración empresarial. SAP proporciona la oportunidad de sustituir un gran número de sistemas independientes, que se han desarrollado e instalado en organizaciones ya establecidas, por un solo sistema modular. Cada módulo realiza una función diferente, pero está diseñado para trabajar con otros módulos. Está totalmente integrado, ofreciendo auténtica compatibilidad entre todas las funciones de una empresa.

Los módulos que lo integran son:

- Contabilidad financiera.
- Inversiones.
- Tesorería.
- *Controlling*.
- Gestión datos generales de logística.
- Gestión del mantenimiento.
- *Enterprise controlling*.
- Ventas y distribución.
- Gestión de proyectos.
- Gestión de materiales.
- Calidad.
- Producción.
- Gestión del personal.
- *Industry solution retail*.
- Gestión del mantenimiento.

Cada uno de estos módulos dispone de submódulos.

El contenido de cada módulo (incluidos los submódulos) es el siguiente:

- **FI Finanzas:** Cuentas de mayor, Consolidación sociedades, Cuentas a cobrar, Cuentas a pagar, Gestión de activos, *Special Ledger*, Cierres.
- **IM (Inversiones):** Gestión de inversiones.
- **TR (Tesorería):** Programa conciliación, Provisiones posicionamientos, Control de fondos.
- **CO (Controlling):** Contabilidad por centros de coste, Contabilidad presupuestaria, Control de costes del producto, Análisis de rentabilidad, Órdenes internas, Costes basados en actividades (ABC).
- **LO (Gestión datos generales de logística):** Datos básicos, Gestión variantes de productos, Modelos previsión y comportamientos, Cambios ingeniería objetos SAP.
- **SD (Ventas y distribución):** Datos maestros, Gestión de ventas, Gestión tarifas y condiciones de precio, Gestión de expediciones, Facturación, Sistemas de información, Intercambio electrónico de datos (EDI).
- **PS (Gestión de proyectos):** Datos básicos, Planificación del proyecto, Plan de costes, Proceso de aprobación, Seguimiento y progreso del proyecto, Sistema de información.
- **MM (Gestión de materiales):** Planificación necesidades materiales, Gestión de compras, Gestión de inventarios, Gestión de almacenes, Verificación de facturas, Sistema de información, Intercambio electrónico de datos (EDI), Sistema clasificación, Gestión de lotes.
- **QM (Calidad):** Herramientas de planificación, Proceso de inspección, Control de calidad, Certificados de calidad, Notificaciones de calidad.
- **PP (Producción):** Datos básicos, Gestión de la demanda, Plan maestro, Plan de capacidades, Plan de materiales, Órdenes de fabricación, Costes de producto, Sistemas de información, Industria de procesos, Configuración de producto.
- **HR (Gestión del personal):** Datos maestros de personal, Nómina, Gastos de viaje, Organización y planificación, Desarrollo de personal, Gestión de la formación, Selección de personal, Gestión de tiempos.
- **IS-R (Industry solution retail):** Planificación de surtidos, Reaprovisionamiento, Formatos de presentación, *Sales retail*, Transporte, Sistema de información *retail*.
- **PM (Gestión del mantenimiento):** Identificación, Descripción, Mantenimiento preventivo, Órdenes de mantenimiento, Proyectos de mantenimiento, Gestión del servicio.

www.sap.com

3. Basados en la nube (SaaS)

Con el software basado en la nube, el tiempo requerido para implementar y adaptarse al sistema es mucho menor que con el ERP tradicional, y el usuario lo encuentra más fácil.

El coste de actualizar los sistemas tradicionales suele ser alto, y muchos quedan sin actualizar. Se requiere un departamento de sistemas para su mantenimiento. Con el software basado en la nube, los proveedores son responsables del desarrollo e instalación de las actualizaciones, que suelen tardar menos tiempo y no interfieren en las operaciones del negocio. La responsabilidad de los servidores, seguridad de datos, personal de sistemas y actualizaciones quedan transferidos del cliente al proveedor de ERP.

Los principales proveedores son: NETSUITE y WORDAY.

- SAP ofrece actualmente en su Business Suite principal para las grandes empresas aplicaciones SaaS, así como la suite Business ByDesign para empresas medianas.
- ORACLE la ofrece la opción SaaS para sus nuevas Fusion Applications.

4. NETSUITE

Los módulos que lo integran son:

- Gestión financiera.
- **Cadena de suministro y gestión de inventario.**
- **Envíos y cumplimiento.**
- Gestión de reconocimiento de ingresos.
- Planificación financiera.
- *Human capital management.*
- Gestión de ingresos recurrentes.
- Análisis e informes financieros.

Cadena de suministro y gestión de inventario

El software de gestión de inventario ofrece un conjunto completo de gestión de inventario, fabricación y capacidades de compra que mejora la gestión de la cadena de suministro.

Visión en profundidad, en tiempo real, de los indicadores clave de proveedores, inventarios y compras. Capacidades de autoservicio para los socios, proveedores y clientes, mejora la gestión de los niveles de inventario y los costes y satisface mejor las expectativas de cumplimiento del servicio al cliente.

Características principales

- Almacén y control de inventario:
 - Visibilidad detallada en tiempo real de medidas de gestión de la cadena de suministro y control de inventario, incluyendo las tendencias de inventario y la puntualidad del proveedor.
 - Reduce los costes de inventario por reforzar el control de los niveles de existencias al tiempo que aumenta la eficiencia operativa.

- Aumenta márgenes de los productos mediante la gestión eficaz de precios basada en los diferentes tipos de clientes, canales y divisas.
 - Asume el control de la reposición de inventario y se asegura de tener el suficiente para cumplir con los pedidos anticipados, mientras se mantiene un exceso de existencias al mínimo.
 - Las características del software de gestión de inventario también incluyen gestión de lotes, reabastecimiento basado en la demanda, los clientes y los precios por volumen, inventario multiubicación, y mucho más.
- Compras y gestión de proveedores:
- Elimina las ineficiencias con la creación de la orden de compra en línea conveniente que permite reemplazar los formularios basados en papel y procesos manuales que consumen tiempo.
 - Optimiza los procesos de adquisición y mejora la colaboración con los proveedores, dándoles acceso de autoservicio a los datos e información clave.
 - Seguimiento de los costes y eliminación de errores mediante la creación de un completo flujo de procesos de negocio a través de la compra, recepción y cuentas por pagar.
- Procesos de fabricación optimizados:
- Agiliza el proceso de gestión eficiente de las órdenes de trabajo de producción, la construcción de conjuntos de varios niveles, la creación de pedidos de compra especiales para componentes.
- Planificación de la demanda:
- Calcula los planes de demanda aprovechando los datos históricos y previsiones de ventas.
 - Permite ver cómo las órdenes de compra y de venta afectan a los niveles de inventario futuros.
 - Calcula los planes de suministro y genera automáticamente órdenes de compra o de trabajo.

Envíos y cumplimiento

- Aumenta la eficiencia del transporte y reduce los costes de procesamiento de cumplimiento de la orden. Integración completa con las principales empresas de transporte.

OTRAS PRINCIPALES EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE ERP

ORACLE

INFOR

MICROSOFT

EPICOR

Bibliografía

- Aguer, M. y Pérez, E. (2010): *Manual de administración y dirección de empresas*, Madrid: Ramón Areces.
- Arbones, E. (1999): *Logística empresarial*, Madrid: Marcombo.
- Casanovas, A. y Cuatrecasas, Ll. (2003): *Logística empresarial*, Barcelona: Gestión 2000.
- Chang, Enrique (2009): *Soluciones SAP para la gestión logística integrada*, SAP Latin América.
- Chapman, Stephen N. (2006): *Planificación y control de la producción*, México: Pearson Educación.
- Chase, Richard, B. (2002): *Manual de operaciones de manufactura y servicios*, Madrid: McGraw-Hill.
- Chase, Richard B. (2009): *Administración de operaciones «Producción y cadena de suministro»*, Madrid: McGraw-Hill.
- Chase, Richard B. y Aquilano, N. J. (2009): *Gestión de la producción y dirección de operaciones*, Madrid: McGraw-Hill.
- Cidem (2003): *Producció i logística*, Barcelona: Cidem.
- Company, R. y Corominas, A. (1998): *Organización de la producción I; Diseño de sistemas productivos 2*, Barcelona: UPC.
- Cuatrecasas, Ll. (2006): *Claves del Lean management: un enfoque para la alta competitividad en un mundo globalizado*, Barcelona: Gestión 2000.
- Cuatrecasas, Ll. (2008): *Organización de la producción y dirección de operaciones*, Madrid: Ramón Areces.
- Dominguez Machuca, J. A. y García, G. S. (1995): *Dirección de operaciones: Aspectos tácticos y operativos*, Madrid: McGraw-Hill.
- Fraxanet de Simón, M. (1993): *Organización y gestión de la producción*: Hispano Europea.
- Galgano, A. (2004): *Las tres revoluciones: caza del desperdicio: doblar la productividad con la «Lean Production»*, Madrid: Díaz de Santos.
- Larrañeta, J., Onieva, L. y Lozano, S. (1998): *Métodos modernos de gestión de la producción*, Madrid: Alianza Editorial.
- Manutención y Almacenaje* n.º 457-475 (abril 2010-enero 2012): Tecnipublicaciones.
- Meredith, J. (1999): *Administración de operaciones: un énfasis conceptual*, México: LimusaWiley.

- Meredith, J. (2002): *Administración de operaciones*, México: LimusaWiley.
- Miranda, F. J., Rubio, S., Chamorro, A. y Bañeguil, T. (2005): *Manual de dirección de operaciones*, Madrid: Thomson.
- Pau, J. y Navascués, R. (1998): *Manual de logística integral*, Madrid: Diaz de Santos.
- Rambaux, A. (1988): *Gestión de economía de los stocks*, París: Dunod.
- RPS (2004): La solución RPS.
- SAP Club (2002): *Optimización de la cadena de suministro*, Barcelona: Accenture.
- Serrano Cinca (2011): *El comercio electrónico en los departamentos de una empresa*, 5campus.org: SIC.
- Soret, I. (2006): *Logística y marketing para la distribución comercial*, Málaga: Vértice.
- Técnicas de la cadena de suministro: Wikipedia.
- Velasco, J. (2010): *Organización de la producción, distribuciones en planta y mejora de los métodos y los tiempos*, Madrid: Pirámide.
- Velasco, J. (2013): *Gestión de la producción en la empresa, planificación, programación y control de producción*, Madrid: Pirámide, Bibliografía.

TÍTULOS RELACIONADOS

- ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS, *M.^a J. Hernández Ortiz (coord.)*.
- ADMINISTRACIÓN DE ORGANIZACIONES EN EL ENTORNO ACTUAL, *A. A. Aguirre Sádaba, A. M.^a Castillo Clavero y D. Tous Zamora*.
- CASOS PRÁCTICOS DE ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS, *A. M.^a Castillo Clavero, I. M.^a Abad Guerrero y M.^a Á. Rastrollo Horrillo*.
- CASOS PRÁCTICOS DE ADMINISTRACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS, *M.^a J. Hernández Ortiz (coord.)*.
- CREACIÓN DE EMPRESAS (2 VOLS.), *J. A. Jiménez Quintero (coord.)*.
- DECISIONES EMPRESARIALES CON HOJA DE CÁLCULO, *D. Villalba Vilá y Y. Bueno Hernández*.
- DIRECCIÓN ESTRATÉGICA (2 VOLS.), *J. A. Jiménez Quintero*.
- DIRECCIÓN DE EMPRESAS, *A. M.^a Castillo Clavero e I. M.^a Abad Guerrero*.
- DIRECCIÓN ESTRATÉGICA. Desarrollo de la estrategia y análisis de casos, *E. Bueno Campos, M.^a P. Salmador Sánchez, C. Merino Moreno y J. I. Martín Castilla*.
- DIRECCIÓN ESTRATÉGICA. Nuevas perspectivas teóricas, *E. Bueno Campos, P. Morcillo Ortega y M.^a P. Salmador Sánchez*.
- DIRECCIÓN ESTRATÉGICA DE LOS RECURSOS HUMANOS. Teoría y práctica, *E. Albizu y J. Landeta (coords.)*.
- DIRECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS TURÍSTICAS, *M.^a Á. Gallego Águeda y C. Casanueva Rocha*.
- ECONOMÍA DE LA EMPRESA, *C. Barroso Castro (coord.)*.
- EMPRESAS Y ORGANIZACIONES TURÍSTICAS, *C. Casanueva Rocha y M.^a A. Gallego Águeda*.
- ESTRATEGIA Y POLÍTICA DE EMPRESA. Lecturas, *S. Garrido Buj y J. M. Rodríguez Carrasco*.
- FUNDAMENTOS DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS, *Ó. Gutiérrez Aragón*.
- FUNDAMENTOS DE DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS, *M.^a del M. Fuentes Fuentes y E. Cordon Pozo*.
- GESTIÓN DE LA CALIDAD EMPRESARIAL. Fundamentos e implantación, *F. J. Lloréns Montes y M.^a del M. Fuentes Fuentes*.
- GESTIÓN DE LA CALIDAD Y GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL. Fundamentos, herramientas, normas ISO y relaciones, *E. Claver Cortés, J. F. Molina Azorín y J. J. Tarí Guilló*.
- GESTIÓN DE LA FORMACIÓN EN LA EMPRESA, *M.^a P. Andrés Reina*.
- GESTIÓN DE LA LOGÍSTICA EN LA EMPRESA. Planificación de la cadena de suministros, *J. Velasco Sánchez*.
- GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA. Planificación, programación y control, *J. Velasco Sánchez y J. A. Campins Masriera*.
- GESTIÓN DE PROYECTOS EN LA EMPRESA. Planificación, programación y control, *J. Velasco Sánchez y J. A. Campins Masriera*.
- LA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN Y LA TECNOLOGÍA EN LAS ORGANIZACIONES, *A. Hidalgo Nuchera, G. León Serrano y J. Pavón Morote*.
- LA GESTIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN LA EMPRESA. Teoría y práctica, *S. J. Arjonilla Domínguez y J. A. Medina Garrido*.
- MEJORANDO LA PRODUCCIÓN CON LEAN THINKING, *J. Santos, R. A. Wysk y J. M. Torres*.
- ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS. Estructura, procesos y modelos, *E. Bueno Campos*.
- ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN. Distribuciones en planta y mejora de los métodos y los tiempos, *J. Velasco Sánchez*.
- PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS DE GESTIÓN DE EMPRESAS, *F. J. González Domínguez y J. Ganaza Vargas (coords.)*.

Si lo desea, en nuestra página web puede consultar el catálogo completo o descargarlo: